

6050/ITS/H/94✓

**STUDI PENGUKURAN
KARAKTERISTIK JARINGAN LOKAL
UNTUK TRANSMISI DIGITAL DI INDONESIA**

14 OCT 1993	
H.	1305/TA



RSE
621.387 83
Par
S-1
1993

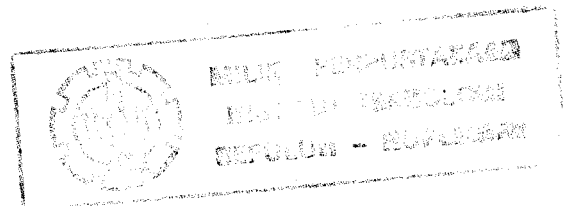
Oleh :

IRENE PARENGKUAN

NRP. 288 220 0951

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

1993



**STUDI PENGUKURAN
KARAKTERISTIK JARINGAN LOKAL
UNTUK TRANSMISI DIGITAL DI INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada**

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a**

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. HANG SUHARTO M.Sc.

Dosen Pembimbing II



Ir. W I R A W A N

**S U R A B A Y A
AGUSTUS, 1993**

ABSTRAK

Trend teknologi telekomunikasi mengarah pada sistem Jaringan Digital Terpadu, yang menuntut digitalisasi sistem switching dan transmisi sampai pada jaringan kabel lokal. Kondisi jaringan lokal di Indonesia masih menggunakan kabel twisted pair yang dirancang untuk sinyal analog, sehingga diperlukan penelitian untuk menguji kelayakannya.

Tugas akhir ini mempelajari karakteristik jaringan lokal, yang diharapkan dapat memberi gambaran kemampuan jaringan dalam mendukung transmisi sinyal digital, khususnya pada ISDN Basic Access (144 kb/s).

Pengukuran redaman dan cakap silang (NEXT dan FEXT) pada saluran dilakukan untuk mendapatkan respon frekuensi pada range 10 - 100 khz. Respon saluran pada frekuensi Nyquistnya menghasilkan batasan transmisi digital melalui jaringan lokal.

Berdasarkan hasil pengukuran, jaringan lokal dapat dipergunakan untuk transmisi digital apabila tidak ada loading coil dan saluran terbuka serta panjang maksimum kabel tidak melebihi 3.67 km.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Allah Yang Maha Kuasa atas segala berkat dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

STUDI PENGUKURAN KARAKTERISTIK JARINGAN LOKAL UNTUK TRANSMISI DIGITAL DI INDONESIA

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar SARJANA TEKNIK ELEKTRO pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi - Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Akhir kata semoga hasil studi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya dengan tidak menutup kemungkinan pengembangannya.

Surabaya, Juli 1993

Penyusun

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghormatan yang sebesar-besarnya kepada :

- Ir. Hang Suharto, MSc, selaku dosen pembimbing I serta
- Ir. Wirawan, selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk dan saran hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
- Ir. H.M. Djoko Santoso, selaku dosen wali yang telah membantu sejak awal masa kuliah.
- Ir. M. Aries Purnomo, sebagai Kepala Laboratorium Elektronika Komunikasi.
- Ir. Katjuk Astrowulan, MSEE, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
- Bapak Prijo Santoso serta bapak-bapak di bagian Dinas Luar STO Kebalen yang telah meluangkan banyak waktu membantu pengukuran di lapangan.
- Bapak Sudjoko serta bapak - bapak di bagian Transmisi PCM STO Kebalen , atas partisipasi dan bantuannya dalam penyediaan alat ukur.

- Mas Agus, rekan Arief Rufianto dan rekan Maming Yunianto yang banyak membantu pengukuran di lapangan.
- Om Boen dan Mami, yang selalu mencurahkan kasih dan perhatian selama ini. Ini merupakan persembahan penulis bagi kepercayaan dan kasih yang dicurahkan selama ini. *Thank you for being my parents.*
- Rekan - rekan dari Laboratorium B-301 dan B-304, terutama kepada rekan Wiwied dan Tulus yang telah memberikan banyak dukungan dan keceriaan selama masa kuliah.
- Seluruh staf Jurusan Teknik Elektro dan semua pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Kasih membalas budi baik dan pengorbanan yang telah diberikan.

DAFTAR ISI

	HALAMAN
JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
I.1 LATAR BELAKANG	1
I.2 PERMASALAHAN DAN PEMBATASAN MASALAH	3
I.3 METODOLOGI	3
I.4 SISTEMATIKA PEMBAHASAN	3
I.5 TUJUAN	4
I.6 RELEVANSI	4
 BAB II KONDISI JARINGAN LOKAL DI INDONESIA	
II.1 UMUM	5
II.2 KONFIGURASI JARINGAN LOKAL	5

II.2.1	Struktur Jaringan Kabel Lokal	7
II.2.1.1	Sistem Daerah Catu Langsung	7
II.2.1.2	Sistem Daerah Catu Tidak Langsung	8
II.2.1.3	Sistem Kombinasi	10
II.2.2	Jaringan Kabel Lokal	10
II.2.2.1	Jaringan Kabel Primer	11
II.2.2.2	Jaringan Kabel Sekunder	11
II.2.2.3	Jaringan Kabel Distribusi	12
II.3	KLASIFIKASI KABEL PADA JARINGAN LOKAL	13
II.3.1	Jaringan Kabel Atas Tanah	16
II.3.2	Jaringan Kabel Bawah Tanah	20
II.3.2.1	Kabel Tanam Langsung	21
II.3.2.2	Kabel Duct	23
II.4	PERSYARATAN TRANSMISI JARINGAN KABEL	25
II.4.1	Alokasi Redaman Pada Jaringan Lokal	25
II.4.2	Perhitungan Panjang Maksimum Kabel Lokal	27
II.4.2.1	Perhitungan Dengan Feeding Loss	27
II.4.2.2	Perhitungan Tanpa Feeding Loss .	28
II.5	SISTEM TRANSMISI DIGITAL PADA JARINGAN LOKAL MENUJU ISDN	30
II.5.1	Format Penyandian	33
II.5.2	Kualitas Transmisi Sinyal Digital	38

II.5.2.1 Hubungan BER dan SNR	38
II.5.2.2 Gangguan Transmisi Pada Jaringan Lokal	44
 BAB III PENGUKURAN KARAKTERISTIK JARINGAN LOKAL	
III.1 KARAKTERISTIK FISIK SALURAN	49
III.1.1 Susunan dan Perhitungan Urat Kabel	49
III.1.2 Jenis dan Diameter Kabel	53
III.2 KARAKTERISTIK TRANSMISI SALURAN	54
III.2.1 Tahanan Isolasi	54
III.2.2 Tahanan Loop	55
III.2.3 Redaman Saluran	55
III.2.4 Redaman Cakap silang	58
III.2.5 Echo	60
III.3 METODE-METODE PENGUKURAN	62
III.3.1 Pengukuran pada Jaringan Lokal	64
III.3.1.1 Pelaksanaan pengukuran	64
III.3.1.2 Pengukuran redaman	68
III.3.1.3 Pengukuran FEXT	69
III.3.1.4 Pengukuran NEXT	70
III.3.2 Pengukuran DC	76
 BAB IV ANALISA HASIL PENGUKURAN	
IV.1 METODE ANALITIS	86
IV.1.1 Perhitungan Daya Sinyal (S)	87
IV.1.2 Perhitungan Derau (N)	88

IV.1.3 Perhitungan SNR	88
IV.1.4 Analisa Cakap Silang	90
IV.1.5 Panjang Kabel Maksimum	91
IV.2 METODE GRAFIS	93
IV.2.1 Analisa Redaman	94
IV.2.2 Analisa NEXT	97
IV.2.2 Analisa FEXT	97
IV.3 REKOMENDASI PERATURAN DAN PARAMETER UNTUK PERENCANAAN	100
BAB V PENUTUP	
V.1 KESIMPULAN	102
V.2 SARAN	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN A SPESIFIKASI ALAT UKUR	
B PETA JARINGAN KABEL PRIMER STO KEBALEN	
C PETA JARINGAN KABEL SEKUNDER STO KEBALEN	
D JARAK RK DAN DP TERJAUH DI SURABAYA	
E KAPASITAS JARINGAN LOKAL STO KEBALEN	
USULAN TUGAS AKHIR	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

xi

3.1	SUSUNAN KABEL	50
3.2a	KABEL BERKAPASITAS ≤ 120 PAIR	51
3.2b	KABEL BERKAPASITAS ≤ 300 PAIR	52
3.2c	KABEL BERKAPASITAS ≥ 300 PAIR	52
3.3	REDAMAN NEXT DAN FEXT	58
3.4	DIAGRAM BLOK ECHO CANCELLER	62
3.5	KARAKTERISTIK FREKUENSI KABEL LOKAL	66
3.6	SKEMA JARINGAN KABEL YANG DIUKUR	67
3.7	RANGKAIAN PENGUKURAN REDAMAN	68
3.8	RANGKAIAN PENGUKURAN FEXT	70
3.9	RANGKAIAN PENGUKURAN NEXT	71
3.10	STRUKTUR ORGANISASI SULIM TIDAK TERPUSAT	78
3.11	HUBUNGAN SULIM DENGAN PELANGGAN	79
3.12	PERANGKAT KERAS SULIM TIDAK TERPUSAT	81
3.13	HUBUNGAN SINGKAT KAWAT a, b DAN GROUND	85
4.1	STANDAR REDAMAN CAKAP SILANG UNTUK ISDN BASIC ACCESS	92
4.2	DISTRIBUSI HARGA RATA-RATA, STANDAR DEVIASI DAN HARGA 99%	95
4.3	GRAFIK RESPON REDAMAN PER KILOMETER	96
4.4	GRAFIK RESPON NEXT TERHADAP FREKUENSI	98
4.5	GRAFIK RESPON FEXT TERHADAP FREKUENSI	99

D A F T A R T A B E L

TABEL	HALAMAN
2-1 TABEL SELUBUNG POLIETILEN	18
2-2 PERSYARATAN SELUBUNG POLIETILEN HITAM	18
2-3 SIFAT KELISTRIKAN KABEL UDARA	19
2-4 PERSYARATAN ISOLASI POLIETILEN	19
2-5 PERSYARATAN KOMPONEN PENGISI KABEL	21
2-6 PENYANDIAN 4B/3T DENGAN 2 MODE	36
2-7 PENYANDIAN 2B1Q	37
2-8 FREKUENSI TRANSMISI SINYAL DIGITAL	37
2-9 PERBANDINGAN SNR DARI KODE BIPOLAR, TERNARY DAN 4B/3T	43
3-1 WARNA ISOLASI KABEL SATUAN DASAR	51
3-2 TABEL POLA PENGGUNAAN JENIS KABEL	53
3-3 STANDAR HARGA TAHANAN JERAT KABEL	56
3-4 HASIL PENGUKURAN REDAMAN	69
3-5a HASIL PENGUKURAN FEXT PADA RAX-01	72
3-5b HASIL PENGUKURAN FEXT PADA RBC-04	73
3-6a HASIL PENGUKURAN NEXT PADA RAX-01	74
3-6b HASIL PENGUKURAN NEXT PADA RBC-04	75
3-7 PENGUKURAN PADA SULIM	83

4-1	HASIL PERHITUNGAN SNR	89
4-2	HARGA BATAS SNR	90
4-3	HARGA UMUM KOPLING CAKAP SILANG	91
4-4	PERHITUNGAN MEAN DANM STANDAR DEVIASI CAKAP SILANG PADA FREKUENSI 100 KHz	92
4-5	PERHITUNGAN PANJANG DAN REDAMAN PER KILOMETER	93
4-6	ANALISA REDAMAN	96
4-7	SYARAT BATAS OPERASI UNTUK ISDN BASIC ACCESS	100
4-8	PERBANDINGAN METODE ANALISA	101

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi yang makin pesat merupakan dampak meningkatnya kebutuhan masyarakat dan tuntutan terhadap kualitas hidup dan kehidupan. Teknologi telekomunikasi menjadi salah satu kebutuhan utama masyarakat negara maju dan berkembang. Indonesia sebagai negara sedang berkembang juga meningkatkan perkembangan teknologi telekomunikasi untuk dapat melayani permintaan masyarakat akan sarana dan prasarana komunikasi dengan kualitas yang sebaik-baiknya.

Selain itu telekomunikasi memiliki peran dalam Pembangunan Nasional Indonesia sebagai pendukung, pendorong dan penggerak pembangunan serta pemersatu bangsa untuk mewujudkan Wawasan Nusantara, yang tidak terlepas dari fungsinya sebagai infrastruktur perekonomian, pemerintahan dan pembangunan serta merupakan prasarana mencerdaskan bangsa.

Sejalan dengan peran dan tuntutan terhadap pertelekomunikasian di Indonesia, PT TELKOM sebagai

Persero BUMN berusaha mengembangkan sistem telekomunikasi yang handal dan menjangkau seluruh lapisan masyarakat, dengan terus meningkatkan kualitas dan macam jasa pelayanan.

Trend teknologi telekomunikasi mengarah pada pembentukan Jaringan Digital Terpadu (JDT) atau yang lebih populer dengan Integrated Service Digital Network (ISDN). ISDN merupakan jaringan general-purpose, yang mampu memberikan jasa pelayanan suara atau non-suara secara terpadu. Pembentukannya didasarkan pada digitalisasi sistem switching dan transmisi jaringan telepon.

Menyadari perlunya penerapan ISDN di Indonesia melalui tahap digitalisasi, maka perlu dipikirkan penggunaan jaringan yang ada secara optimum. Dalam hal ini perlu dipertimbangkan kemampuan jaringan lokal untuk mendukung proses pencapaian ISDN, mengingat besarnya lingkup dan investasi telekomunikasi yang telah tertanam pada jaringan lokal tersebut. Ditinjau dari segi teknis perlu diperhatikan kondisi jaringan lokal saat ini hanya dirancang untuk penyaluran sinyal analog dengan frekuensi 300-3400 kHz.

Pada dasarnya kualitas jaringan lokal yang ada inilah yang menentukan kemampuan jaringan dalam mendukung penerapan ISDN di Indonesia.

1.2 PERMASALAHAN DAN PEMBATASAN MASALAH

Pencapaian ISDN harus melalui proses digitalisasi jaringan telepon, yang meliputi sistem penyambungan dan transmisinya. Mengingat kondisi jaringan lokal yang dirancang untuk sistem analog, maka perlu dikaji kelayakan jaringan tersebut dalam menyalurkan kode-kode digital.

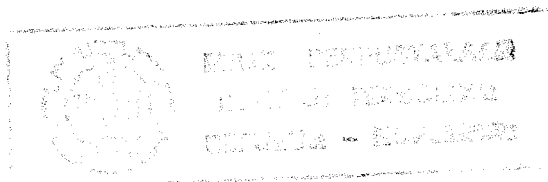
Dalam tugas akhir ini akan dibahas berbagai karakteristik jaringan lokal yang berkaitan dengan transisi menuju ISDN, serta metode pengukuran yang digunakan untuk menguji kelayakan jaringan tersebut. Pengukuran yang dilakukan hanya meliputi sebuah STO di Surabaya, mengingat secara umum kondisi jaringan di Indonesia hampir sama, sedangkan parameter yang terukur berupa redaman dan crosstalk.

I.3 METODOLOGI

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan dengan studi literatur berbagai rekomendasi CCITT, buku dan makalah telekomunikasi serta mengumpulkan data pengukuran baik secara langsung ataupun tidak langsung sebagai penunjang analisa dan pembahasan untuk mendapatkan kesimpulan.

I.4 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



- Bab I merupakan Pendahuluan, yang memuat dasar pemikiran dan batasan tugas akhir.
- Bab II berisi Kondisi Jaringan Lokal di Indonesia, yang memaparkan konfigurasi dan persyaratan transmisi jaringan lokal dan jenis kabel yang dipakai.
- Bab III memuat Pengukuran Karakteristik Jaringan Lokal, yang dilakukan di STO Kebalen.
- Bab IV merupakan Analisa Perhitungan untuk Menentukan Batasan Saluran, baik dengan metode analitis dan grafis.
- Bab V berisi Kesimpulan dan Saran yang merupakan penutup tugas akhir ini.

I.5 TUJUAN

Mempelajari karakteristik jaringan lokal dalam penyaluran informasi digital, yang dilakukan melalui pengukuran parameter transmisi sehingga didapatkan batasan saluran.

I.6 RELEVANSI

Hasil studi pengukuran ini diharapkan dapat memberikan gambaran kelayakan jaringan lokal yang ada untuk transmisi sinyal digital sebagai salah satu aspek penerapan ISDN pada jaringan telepon.

BAB II

KONDISI JARINGAN LOKAL DI INDONESIA

II.1 UMUM

Jaringan telepon merupakan jaringan interkoneksi antar sentral, antar pelanggan dan antara sentral dan pelanggan, serta seluruh peralatan dan komponen pendukung fungsi sentral tersebut. Jaringan telepon dibedakan berdasar pemakaian dan fungsinya menjadi 2 bagian, yaitu :

- Jaringan Lokal, yang terdiri dari jaringan transmisi/junction untuk hubungan antar sentral suatu wilayah dan jaringan pelanggan untuk interkoneksi antara sentral telepon dan pelanggan dalam wilayahnya.
- Jaringan Toll, yang merupakan penghubung antar sentral baik dalam hubungan interlokal atau internasional.

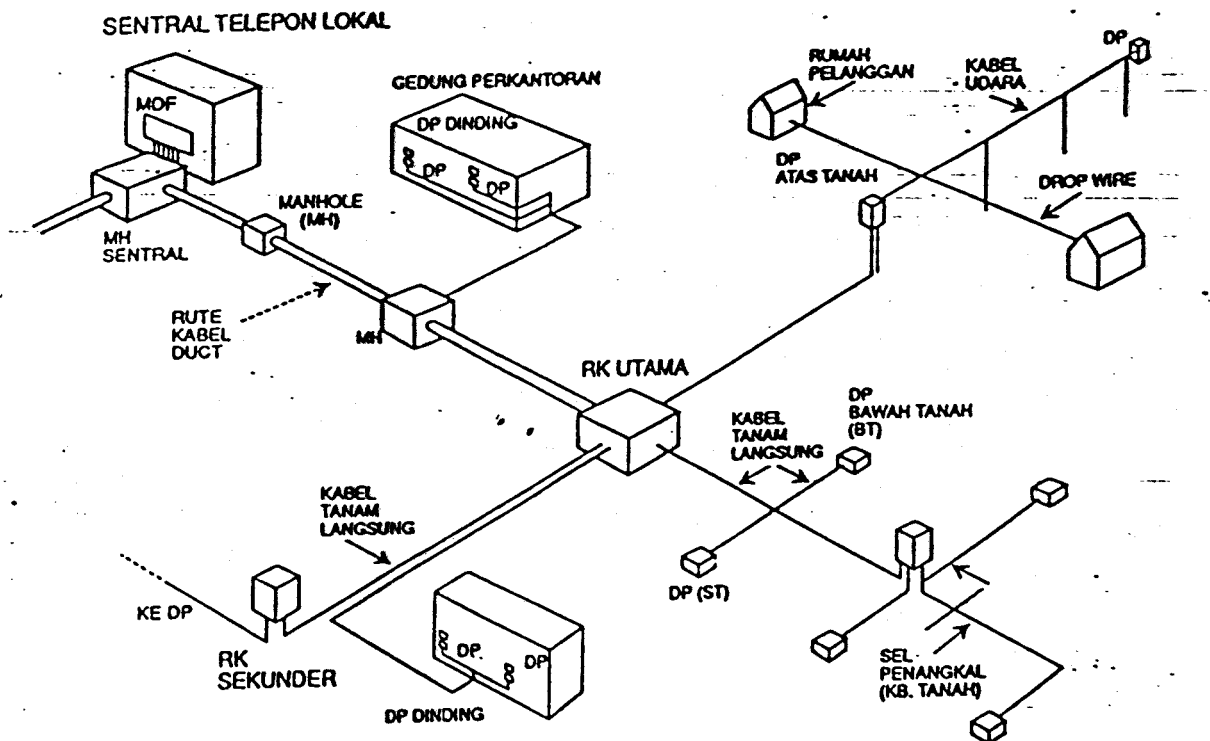
II.2 KONFIGURASI JARINGAN LOKAL

Sistem Jaringan Kabel Lokal didefinisikan sebagai jaringan kabel yang dipasang dan dipergunakan untuk menghubungkan pesawat pelanggan dengan sentral lokal yang

bersangkutan. Jaringan kabel lokal dapat diklasifikasikan menjadi 2 macam jaringan menurut cara pencatutan saluran dari sentral ke pesawat pelanggan, yaitu :

- Jaringan Catu Langsung
- Jaringan Catu Tidak Langsung

Skema suatu jaringan lokal dapat dilihat pada gambar 2.1.



GAMBAR 2.1¹⁾

SKEMA JARINGAN LOKAL

¹⁾ -----, CCITT, Local Network Planning, Geneva, 1979, hal 3

II.2.1 STRUKTUR JARINGAN KABEL LOKAL

Berdasarkan sistem pencatutan jaringan, struktur jaringan lokal dibedakan menjadi 3 sistem yaitu :

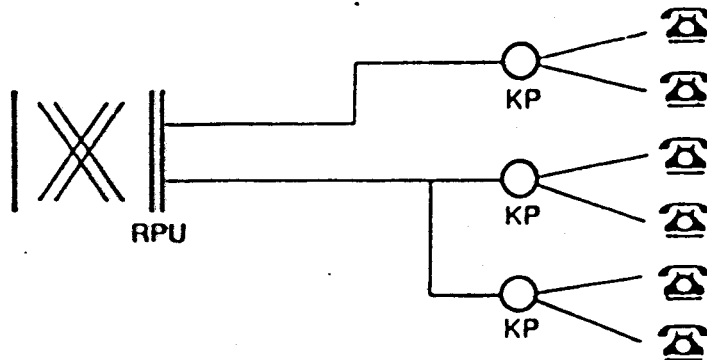
- Sistem Daerah Catu Langsung (rigid network)
- Sistem Daerah Catu Tidak Langsung
- Sistem Kombinasi.

Pada umumnya suatu jaringan lokal menerapkan ketiga sistem catutan sesuai kondisi daerahnya masing-masing.

II.2.1.1 Sistem Daerah Catu Langsung

Pada jaringan pencatutan langsung, pelanggan mendapat catu saluran langsung dari MDF sentral (Main Distribution Frame) melalui kotak pembagi/DP (Distribution Point) terdekat tanpa melewati RK (Rumah Kabel). Jadi seluruh urat pasangan kabel dari DP tersambung secara tetap sepanjang kabel ke terminal MDF yang berlokasi di sentral. Skema pencatutan pada sistem ini dapat dilihat pada gambar 2.2.

Sistem ini lebih sesuai dipakai untuk kota kecil dengan jumlah pelanggan sedikit, sehingga kerugian ekonomis karena saluran cadangan dan jumlah DP dapat diperkecil. Sedangkan bila dipergunakan pada kota besar maka hanya dipakai untuk pelanggan yang berlokasi dekat sentral, kurang lebih berjarak 300-500 m dari sentral.

GAMBAR 2.2²⁾

SKEMA DAERAH CATU LANGSUNG

KETERANGAN :

	= Sentral
	= MDF (Main Distribution Frame)
	= KP/DP (Kotak Pembagi/Distribution Point)
	= Pesawat telepon

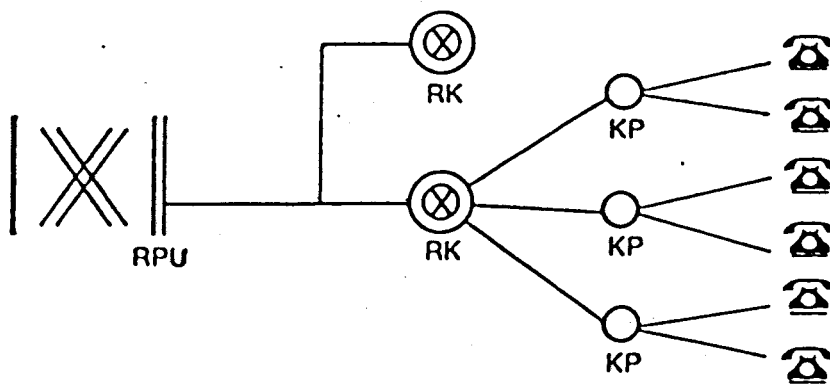
II.2.1.2 Sistem Daerah Catu Tidak Langsung

Pada jaringan ini, saluran pelanggan dicatu dari DP terdekat setelah terlebih dahulu dihubungkan ke RK (Rumah Kabel) kemudian diteruskan ke MDF di sentral. Penyambungan saluran dari DP ke RK bersifat tetap, seperti pada DCL.

²⁾ -----, Pengantar Sistem Telekomunikasi Jaringan, Pusdiklat Perumtel
Witel VII, hal 4

Akan tetapi penyambungan di RK dilakukan tidak tetap dengan menggunakan jumper wire menuju MDF. Karena pencatuannya melalui RK maka sistem ini disebut juga Sistem Rumah Kabel.

Jaringan saluran ini sesuai diterapkan pada jaringan telepon sedang dan besar dengan jumlah pemakaian saluran cukup banyak dan saluran pelanggannya panjang, sehingga RK dapat diimbangi oleh penghematan pemakaian / penyediaan saluran cadangan. Sistem ini bersifat fleksibel, karena memungkinkan pengembangan atau perluasan jaringan apabila ada penambahan sambungan serta dapat menghemat pemakaian urat kabel.








GAMBAR 2.3⁹⁾

SKEMA SISTEM RUMAH KABEL

⁹⁾ Ibid, hal 5

KETERANGAN :

	= Sentral
	= MDF (Main Distribution Frame)
	= RK (Rumah Kabel)
	= KP/DP (Kotak Pembagi/Distribution Point)
	= Pesawat telepon

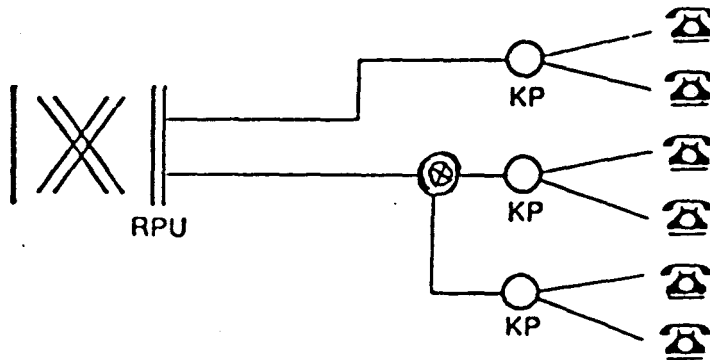
II.2.2.3 Sistem Kombinasi

Sistem ini menerapkan kedua macam cara pencatutan kabel pada suatu jaringan lokal. Dengan sistem kombinasi akan didapat fleksibilitas yang cukup besar dengan instalasi yang mudah untuk keperluan pengembangan jaringan. Hanya saja diperlukan perencanaan yang teliti untuk mengalokasikan pencatutan jaringan yang dikehendaki. Skemanya dapat dilihat pada gambar 2.4.

II.2.2 JARINGAN KABEL LOKAL

Jaringan kabel yang digunakan untuk menghubungkan sentral dengan pelanggan dapat dibedakan atas :

- Jaringan Kabel Primer
- Jaringan Kabel Sekunder
- Jaringan Kabel Distribusi

GAMBAR 2.4⁴⁾

SKEMA JARINGAN LOKAL KOMBINASI

II.2.2.1 Jaringan Kabel Primer

Kabel primer merupakan kabel berkapasitas besar (200-2400 pasang) yang menghubungkan MDF dengan terminal rumah kabel utama RK atau rumah kabel sekunder RKS (pada sistem catu tidak langsung) atau terminal DP pada sistem catu langsung. Kapasitas maksimum kabel yang diterminasi ke MDF menunjukkan kapasitas sentral tersebut.

II.2.2.2 Jaringan Kabel Sekunder

Kabel Sekunder adalah kabel yang berkapasitas lebih kecil (10-200 pasang), dipasang dari terminal rumah kabel (RK) ke terminal Titik Pembagi (DP) Atas Tanah atau Bawah

⁴⁾ -----, PENGANTAR TEKNIK JARINGAN, Pusdiklat Perumtel, 1988, hal 10

Tanah. Mengingat rumah kabel merupakan titik sambung antara kabel primer dan sekunder, maka kapasitas kabel sekunder maupun primer yang dapat diterminasi tergantung dari jenis RKnya. Adapun jenis RK menurut kapasitasnya adalah :

- RK 800 dengan terminasi primer maksimum 300 pair dan sekunder 400 pair.
- RK 1600 dengan terminasi maksimum primer 600 pair dan sekunder 800 pair.
- RK 2400 dengan terminasi maksimum primer 900 pair dan sekunder 1200 pair.

Pembangunan jaringan sekunder juga harus memperhatikan alokasi nomor pair dan kapasitas serta pembagian pairnya.

II.2.2.3 Jaringan Kabel Distribusi

Jaringan distribusi merupakan saluran yang dipasang dari terminal DP sampai terminal di rumah pelanggan. Berdasarkan jenis DP yang dihubungkan, jaringan kabel distribusi dibedakan menjadi :

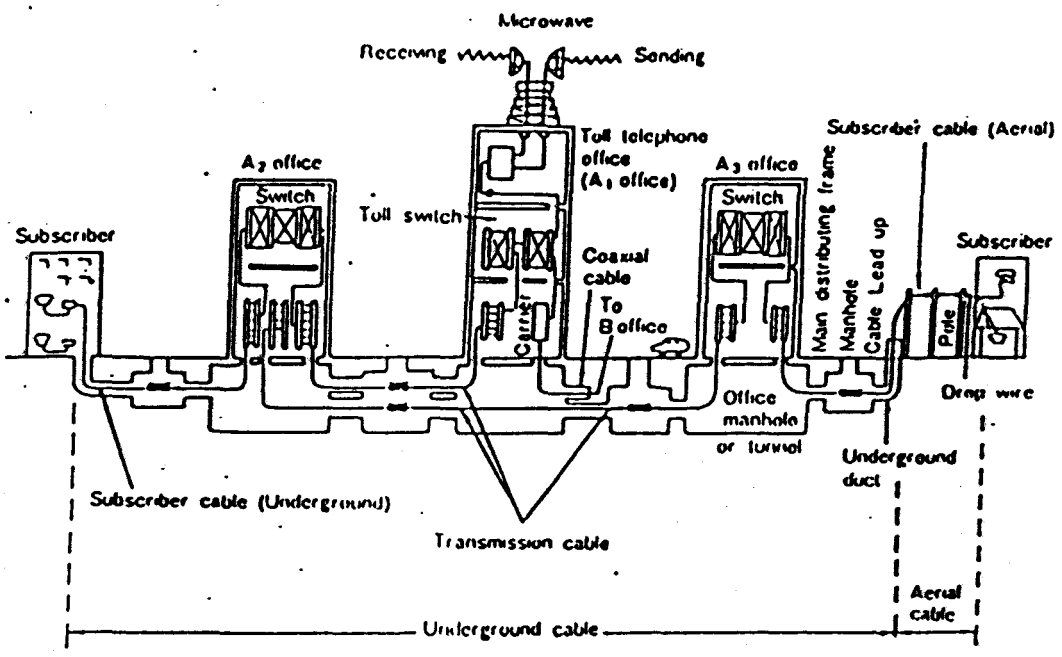
- Saluran penanggal, yang menghubungkan DP Atas Tanah dengan terminal blok pelanggan.
- Kabel distribusi yaang menghubungkan DP Bawah Tanah dengan terminal pelanggan.

Pada umumnya saluran penghubung antara DP dengan terminal pelanggan berupa saluran penanggal yang disebut drop wire. Drop wire yang dipakai sesuai standar STEL K-004 menggunakan kawat perentang (suspension wire) dengan urat penghantar tembaga berdiameter 0,6 mm. Selain itu dikenal juga drop wire tanpa kawat penggantung yang memiliki urat kawat brons berdiameter 1,2 mm.

II.3 KLASIFIKASI KABEL PADA JARINGAN LOKAL

Jaringan kabel menghubungkan kabel telepon dengan sentral, demikian pula hubungan antar sentral dilakukan dengan menggunakan jaringan kabel sehingga terbentuk alur komunikasi antar pelanggan. Skema jaringan kabel telekomunikasi dapat dilihat pada gambar 2.5.

Bentuk fisik saluran telekomunikasi dapat berupa kawat telanjang, kawat distribusi (Selfsupporting Distribution wire) dan kabel. Kabel didefinisikan sebagai kumpulan urat-urat konduktor yang tersusun dalam unit pasangan (pair) atau unit 2 pasangan (quad) yang terdapat dalam sebuah selubung. Kabel telekomunikasi dapat diklasifikasikan berdasar penggunaannya, lokasi instalasi dan struktur kabelnya.



GAMBAR 2.5⁵⁾


SKEMA JARINGAN KABEL TELEKOMUNIKASI

Berdasarkan penggunaannya, kabel telekomunikasi terbagi menjadi :

- 1. Kabel Lokal
 - Kabel pelanggan
 - Kabel penanggal
 - Kabel distribusi
 - Kabel transmisi

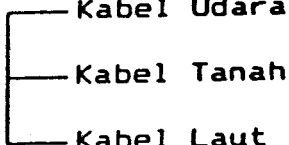

- 2. Kabel Toll
 - Kabel Pembebanan Toll
 - Kabel Pembawa
 - Kabel Coaxial
 - Kabel Coax Normal
 - Kabel Coax Fine

⁵⁾ Pinarsinta, Lydia, KABEL, Pusdiklat PT TELKOM Bandung, 1992, hal 1

3. Kabel Sentral  Kabel Sentral 'Voice'
 Kabel Sentral 'Carrier'
 Kabel Sentral Coaxial

4. Kabel Rumah


Berdasarkan lokasi penempatan kabel (instalasi), maka dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Kabel Luar  Kabel Udara
 Kabel Tanah  Kabel Duct
 Kabel Terowongan
 Kabel Tanam Langsung
 Kabel Laut

2. Kabel Sentral

3. Kabel Rumah

Ditinjau dari struktur kabelnya, maka kabel telekomunikasi diklasifikasikan menjadi :

1. Kabel Resistansi Seimbang  Kabel 'Pair'
 Kabel 'Quad'

2. Kabel Resistansi Tidak Seimbang

Sebagian besar jaringan lokal pada sistem telekomunikasi di Indonesia masih menggunakan media transmisi kabel pair, yang mengacu pada standar STEL-KABEL (STEL-K) dari PT TELKOM. Pemanfaatan berbagai jenis kabel secara tepat dan benar akan menghasilkan jaringan transmisi kabel yang lancar dan efisien.

II.3.1 JARINGAN KABEL ATAS TANAH

Jaringan kabel atas tanah merupakan kabel udara yang biasanya dipasang pada tiang telepon, baik sebagai kabel sekunder untuk mencatu pelanggan di kota besar atau hubungan langsung dari sentral yang dipakai untuk kota kecil. Kabel udara berfungsi dalam instalasi ke lokasi yang tersebar, yang belum memungkinkan instalasi permanen.

Standarisasi kabel udara yang dikeluarkan PT TELKOM melalui STEL K-001 menyatakan spesifikasi berikut :

- (1) Kapasitas kabel 10 - 120 pasang.
- (2) Kode pengenalan kabel adalah : U-E (Pe) E S

U = kabel udara jenis standar dengan penghantar Cu

E = isolasi polietilen

(Pe) = pelindung elektris

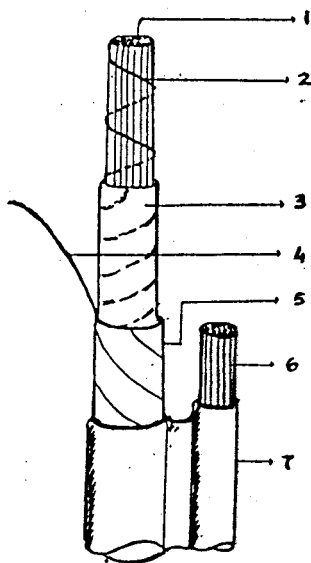
E = selubung polietilen

S = penguat sendiri

Contoh : Kabel dengan kode U-E(Pe) E S 60 x 2 x 0,6 menyatakan suatu kabel udara berkapasitas 60 pasang dengan penghantar tembaga, berdiameter 0,6 mm dan berisolasi polietilen, memakai pelindung elektris dari aluminium, berselubung polietilen dan penguat sendiri.

- (3) Kawat penghantar memiliki diameter 0,6 mm, 0,8 mm dan 1,0 mm.
- (4) Sifat isolasi polietilen tercantum dalam tabel 2-1.

- (5) Selubung polietilen berwarna hitam dengan sifat seperti tabel 2-2.
- (6) Sifat kelistrikan kabel udara pada temperatur 20°C adalah seperti pada tabel 2-3.
- (7) Tahanan isolasi antar urat atau antara urat dengan lapisan aluminium diukur pada 20°C adalah $10000\text{ M}\Omega/\text{km}$ dengan tegangan ukur 500 Volt DC .



1. URAT KABEL
2. PITA PENGIKAT KODE
3. PITA PEMBUNGKUS INTI
4. KAWAT CU (ARDE)
5. PELINDUNG ELEKTRIS
6. PENOGANTUNG
7. KULIT KABEL

GAMBAR 2.6⁶⁾
KONSTRUKSI KABEL UDARA

6) -----, KONSTRUKSI INSTALASI JARINGAN, Pusdiklat PT TELKOM Bandung, 1991, hal 6

TABEL 2-1⁷⁾

TABEL SELUBUNG POLIETILEN

Jumlah Pasang		Tebal selubung polietilen					
		Diameter penghantar					
		0,6 mm		0,8 mm		1,0 mm	
		nom.	min	nom	min	nom	min
1	10	1,0	0,75	1,0	0,75	1,3	1,00
2	20	1,0	0,75	1,3	1,00	1,5	1,18
3	30	1,3	1,00	1,5	1,18	1,7	1,35
4	40	1,3	1,00	1,5	1,18	1,8	1,43
5	50	1,5	1,18	1,7	1,35	1,8	1,43
6	60	1,5	1,18	1,8	1,43	2,0	1,60
7	80	1,7	1,35	1,8	1,43	2,2	1,77
8	100	1,8	1,43	2,0	1,60	2,2	1,77
9	120	1,8	1,43	2,0	1,60	2,2	1,77

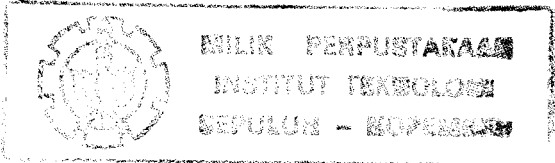
TABEL 2-2⁸⁾

PERSYARATAN SELUBUNG POLIETILEN HITAM

Sifat-sifat	Nilai	Satuan
Massa jenis	> 0,927	g/cm ²
Kuat - tarik	> 125	kgf/cm ²
Batas pemuluran	> 300	%
Kuat dielektrikum	> 40x10 ⁶	v/m
Konstanta dielektrikum	> 2,82	-
Titik lunak	> 70	°C
Kadar jelaga	> 2	%
Stabilitas terhadap keretakan akibat tekanan	Material harus stabil	

7) -----, JARINGAN KABEL, Pusdiklat Perumtel Witel VII, hal 13

8) ibid hal 8



Isolasi yang dipakai pada kabel dapat berupa isolasi kertas atau polietilen, tetapi saat ini isolasi kertas sudah tidak dipakai. Pemakaian isolasi polietilen harus memenuhi syarat yang tercantum dalam tabel 2-4.

TABEL 2-3⁹⁾

SIFAT KELISTRIKAN KABEL UDARA

Diameter penghantar (mm)	tahanan urat (Ω /km)	Mutual Capacity $f=800\text{Hz}$ (nF/km)
0,6	65	55
0,8	36,5	55
1,0	23,4	62

TABEL 2-4¹⁰⁾

PERSYARATAN ISOLASI POLIETILEN

Sifat-sifat	Nilai	Satuan
Massa jenis	$\geq 0,926$	g/cm^3
Kuat - tarik	≥ 125	kgf/cm^2
Batas pemuluran	≥ 300	%
Tahanan jenis	$> 10^{15}$	$\Omega - \text{cm}$
Konstanta dielektrikum	$\leq 2,34$	-
Rugi dielektrikum pd 800 Hz	$< 2 \times 10^{-4}$	-
Kuat dielektrikum	$\geq 40 \times 10^6$	V/m
Titik leleh	≥ 70	$^{\circ}\text{C}$
Pengkerutan pada 100°C	≤ 4	%

⁹⁾ Ibid hal 9

¹⁰⁾ Ibid hal 7

Standarisasi drop wire STEL K-004 menentukan :

- (1) Kode pengenal kabel : U - E S
- (2) Warna kabel ditentukan oleh warna isolasi saluran penanggal, yaitu hitam.
- (3) Penggantungnya berupa kawat baja yang digalvanis dengan kuat putus minimum 155 kgf dan tanpa sambungan.
- (4) Sifat kelistrikannya sama dengan kabel udara untuk diameter 0,6 dan 0,8 mm.

II.3.2 JARINGAN KABEL BAWAH TANAH

Jaringan kabel bawah tanah dialokasikan pada daerah yang stabil, yang memungkinkan pemasangan kabel di bawah permukaan tanah. Berdasarkan pemasangan jaringan dibedakan atas 2 macam konstruksi, yaitu :

- Kabel tanah tanam langsung
- Kabel tanah dalam duct (kabel duct).

Spesifikasi yang dikeluarkan PT TELKOM untuk kabel tanah terdiri dari STEL K-007 untuk kabel tanam langsung serta STEL K-008 dan K-009 untuk kabel duct.

Umumnya kabel tanah (tanam langsung atau duct) berisolasi polietilen dengan pengisi jelly, kecuali pada STEL K-009. Persyaratan komponen pengisi kabel ditentukan oleh tabel 2-5.

TABEL 2-5¹¹⁾

PERSYARATAN KOMPONEN PENGISI KABEL

Sifat-sifat	Nilai	Satuan
Kekentalan	≥ 10	$^{\circ}\text{P}$
Titik tetes	≥ 70	$^{\circ}\text{C}$
Titik nyala	≥ 230	$^{\circ}\text{C}$
Tembus kerucut pada 25°C	$\geq 30/10$	mm
Adhesis pada -10°C	-	-
Konstanta dielektrikum	$\leq 2,3$	-
Tahanan jenis	$\leq 10^{10}$	$\Omega\text{-mm}$
Rembesan minyak	Bila disimpan pada 50°C tidak ada minyak	

II.3.2.1 Kabel Tanam Langsung

Kabel tanah tanam langsung yang umum dipakai pada jaringan lokal di Indonesia memiliki spesifikasi seperti tercantum pada STEL K-007 berikut :

(1) Kode pengenal kabel adalah : T-E J.(Pem) E

T = kabel telepon tanah

E = isolasi polietilen

J = kabel berisi petrojelly

Pem = memiliki pelindung mekanis

E = selubung polietilen.

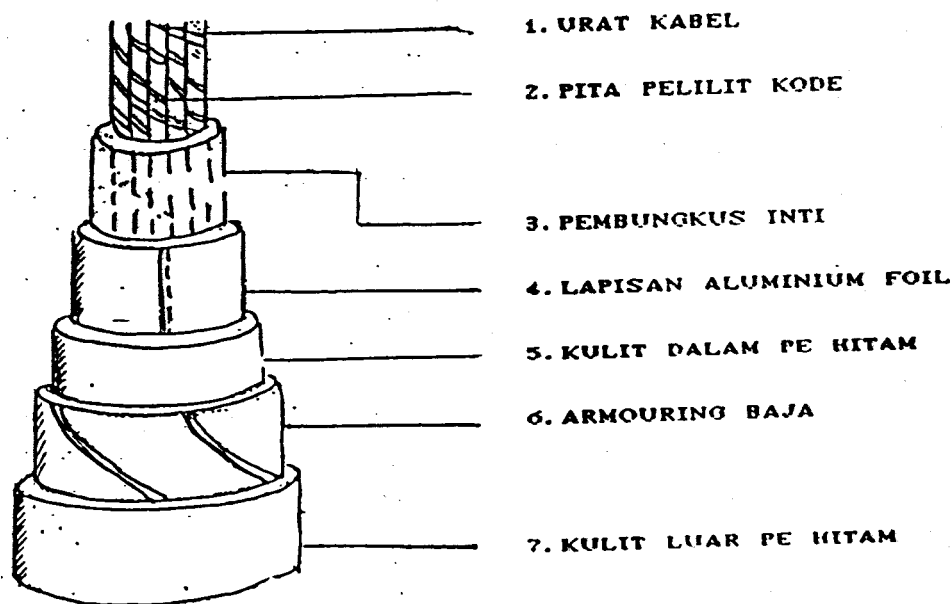
(2) Kapasitas kabel dengan penghantar berdiameter 0,4 mm adalah 10 - 1200 pasang, kabel 0,6 mm adalah 10 - 800 pasang dan kabel 0,8 mm berkapasitas 10 - 400 pasang.

¹¹⁾ -----, KONSTRUKSI DAN INSTALASI JARINGAN BAWAH TANAH, Pusdiklat Perumtel, 1990, hal 62

(3) Struktur kabel tanah tanam langsung adalah seperti gambar 2.11.

Fungsi umum tiap bagian adalah :

- a. Urat kabel dengan isolasi polietilen sebagai penghantar yang menghubungkan telepon dengan sentral.
- b. Pita pelilit kode warna untuk mempermudah perhitungan kabel.



GAMBAR 2.7¹²⁾

KONSTRUKSI KABEL TANAM LANGSUNG

¹²⁾ Pinarsinta, Lydia, Op cit, hal 7

c. Pembungkus inti kabel

berfungsi membalut inti kabel agar padat dan bulat serta sebagai pelindung/bantalan antara urat kabel dan lapisan aluminium.

d. Lapisan aluminium foil

berfungsi sebagai pelindung elektris terhadap induksi tegangan asing.

e. Kulit dalam kabel (PE hitam)

sebagai pelindung terhadap air dan merupakan bantalan antara lapisan armoring/perisai dan aluminium.

f. Armoring/perisai baja

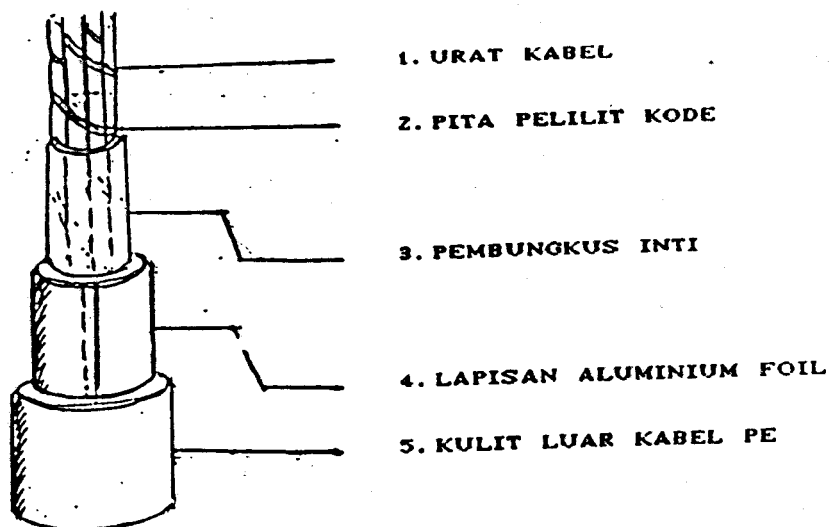
sebagai pelindung mekanis terhadap benda tajam dan keras serta pelindung elektris terhadap tegangan asing.

g. Kulit luar kabel (PE hitam)

sebagai pelindung terhadap air dan berfungsi sebagai bantalan saat penarikan.

II.3.2.2 Kabel Duct

Kabel tanah yang dibentuk dengan memasukkan kabel ke dalam pipa PVC dan dicor beton dikenal sebagai kabel duct. Konstruksinya seperti kabel tanam langsung, hanya tidak memiliki kulit dalam dan perisai baja.

GAMBAR 2.8¹³⁾

KONSTRUKSI KABEL DUCT

Sesuai STEL K-008 maka kode pengenal kabel duct adalah : Tp-E (Pe) E, menyatakan kabel tanah standar dengan penghantar tembaga, tanpa perisai berisolasi polietilen memiliki pelindung elektrik (lapisan aluminium) dan berselubung polietilen. Kapasitas kabel berdiameter 0,4 mm adalah 10 -1200 pasang dan 0,6 mm berkapasitas 10 - 800 pasang sedang diameter 0,8 mm memiliki kapasitas 10 - 400 pasang.

Sedangkan dari STEL K-009 didapat kode pengenal kabel duct berupa : Tp-E J (Pe) E, menyatakan kabel tanah tanpa perisai berisolasi polietilen, berisi petrojelly dan

¹³⁾ Ibid hal 9

memiliki pelindung elektris serta selubung polietilen. Kapasitas kabel berdiameter 0,4 mm adalah 150 -1200 pasang dan 0,6 mm berkapasitas 150 - 1200 pasang sedang diameter 0,8 mm memiliki kapasitas 150 - 600 pasang.

II.4. PERSYARATAN TRANSMISI JARINGAN KABEL

Persyaratan transmisi diperlukan untuk menjamin kualitas sinyal yang dikirim atau diterima dalam proses komunikasi, baik berupa sinyal analog ataupun digital. Pada hirarki jaringan telepon yang melibatkan PBX, sentral lokal (LE), Remote Switching Unit RSU dengan atau tanpa sentral yang lebih tinggi (Primary Central PC) ; transmisi ditentukan oleh jarak, tipe sentral dan jumlah trafik.

II.4.1 ALOKASI REDAMAN PADA JARINGAN LOKAL

Alokasi redaman merupakan distribusi lokasi redaman di antara rangkaian sirkit. Alokasi redaman untuk berbagai bagian pada hubungan telepon, mulai dari internasional, nasional maupun lokal diturunkan dari 'Reference Equivalent' dalam rekomendasi CCITT G.111 dan G.121.

Alokasi redaman pada jaringan lokal menunjukkan besarnya loss saluran pelanggan yang diijinkan atau jarak maksimum antara sentral ke pelanggan pada diameter kabel tertentu. Persyaratan signalling ditentukan oleh tahanan loop saluran dan telepon set. Untuk telepon set dengan

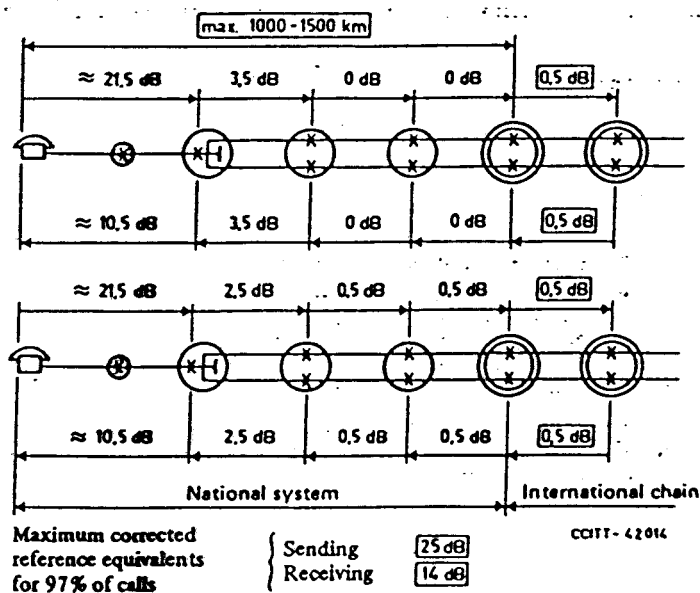
jaringan lokal dikombinasikan dengan *feeding bridge*, didapat harga maksimum SCREL (*sending local corrected reference equivalent*) dan RCREL (*receiving local corrected reference equivalent*) sesuai Rec CCITT E.171 berikut :

$$\text{SCREL} = 15,5 \text{ dB (untuk mikrofon karbon} = 14,5 \text{ dB)}$$

$$\text{RCREL} = 4,5 \text{ dB}$$

Gambar 2.9 menunjukkan salah satu contoh alokasi CREL pada daerah menengah.

Usaha mencegah penurunan kualitas transmisi dilakukan dengan membatasi harga maksimum side tone melalui SIRE (*Side tone reference equivalent*) sebesar minimum 10 dB agar dicapai persyaratan S/N.



GAMBAR 2.9¹⁴⁾

ALOKASI CREL PADA DAERAH MENENGAH

¹⁴⁾ -----, CCITT, Rec.G.121, Geneva, 1984, hal 153

II.4.2. PERHITUNGAN PANJANG MAKSIMUM KABEL LOKAL

Panjang kabel lokal yang diijinkan tanpa mengurangi kualitas transmisi sinyal dapat dihitung melalui 2 metode, yaitu dengan atau tanpa pertimbangan adanya *feeding loss*.

II.4.2.1 PERHITUNGAN DENGAN FEEDING LOSS

Besar redaman jaringan kabel lokal tanpa beban (non-loaded) ditentukan berdasar rumus :¹⁵⁾

$$A_d \text{ (Np/km)} = \sqrt{0,5 \omega R_o C_o}$$

di mana :

A_d = redaman α PMU saluran

ω = $2 \pi f$

f = frekuensi

R_o = tahanan loop, yang tergantung diameter (Ω /km)

C_o = kapasitansi bersama (50 nF/km)

1 Np = 8,686 dB

Redaman karena tegangan catu diperoleh dengan menghitung *feeding loss* pada tegangan catu 48 V dengan tahanan loop $2 \times 400 \Omega$ atau tegangan 60 V dan tahanan loop $2 \times 500 \Omega$. Redamannya sebesar 0,5 Np (4,343 dB). Jadi untuk tahanan loop R_o didapat :

$$A(R_o) = R_o/1000 \times 4,3 \text{ dB}$$

¹⁵⁾ Suhirman, Iman, TRANSMISI SALURAN FISIK DAN STRUKTUR JARINGAN KABEL, Pusdiklat PT TELKOM Bandung, 1992, hal 37

Redaman jaringan kabel lokal adalah penjumlahan redaman saluran pada frekuensi f Hz dan redaman karena tegangan pencatutan, seperti ditunjukkan rumus berikut :

$$A_{L(d)} = A_d + A(R_c) \quad \text{dB/km}$$

Harga SRE_L (*sending reference equivalent*) dengan redaman mikrofon karbon adalah 11,3 dB. Karena redaman mikrofon karbon adalah 0,1 Np atau 0,868 dB, maka :
 $SRE \text{ tanpa redaman mikrofon} = 11,3 - 0,868 = 10,432 \text{ dB}$.
 Jadi jarak transmisi maksimum yang diijinkan adalah :

$$L(d) = \frac{10,432}{A_{L(d)}} \quad \text{km}$$

II.4.2.2 PERHITUNGAN TANPA FEEDING LOSS

Perhitungan ini diperoleh dengan mengoreksi harga SREL untuk mendapat SCREL melalui persamaan berikut :¹⁶⁾

$$SCREL \text{ (dB)} = 0,0082 (SREL)^2 + 1,148 (SREL) + 0,48$$

SCREL didapatkan dengan memperhitungkan redaman pesawat telepon, redaman saluran pelanggan dan redaman

¹⁶⁾ Ibid 40

PBXnya melalui persamaan berikut :¹⁷⁾

$$\text{SCREL} = \text{SCRET}(r) + Y_d + \text{APBX} \quad \text{dB}$$

$$\text{SCRET}(r) = \text{SCRE}_o + \text{SCRE}_m(r) \quad \text{dB}$$

di mana :

$\text{SCRET}(r)$ = SCRE pesawat telepon yang telah dicatu
dan dipengaruhi tahanan loop r .

Y_d = redaman saluran pelanggan

$Y_d = A_d \times \text{konstanta jenis konduktor}$

APBX = redaman sisipan antara saluran dengan
pesawat bila dipakai PBX ($\approx 1 \text{ dB}$).

SCRE_o = SCRE pesawat tanpa feeding loss (= 4 dB)

$\text{SCRE}_m(r)$ = variabel SCRE, akibat sensitivitas
microphone yang dipengaruhi tahanan
loop.

$$\text{SCRE}_m(r) = 4,4 \times R_o/1000 \quad \text{dB/km}$$

Harga panjang maksimum kabel diperoleh melalui
substitusi harga persamaan-persamaan berikut :

$$\text{SCREL} = \text{SCRE}_o + \text{SCRE}_m(r) + Y_d \quad \text{dB}$$

$$Y_d = \text{SCREL} - \text{SCRE}_m(r) - \text{SCRE}_o$$

$$A_d \times K_d \times L = \text{SCREL} - \text{SCRE}_m(r) - \text{SCRE}_o$$

Panjang maksimum kabel yang diijinkan pada metode ini
adalah :

¹⁷⁾ loc cit

$$L = \frac{SCREL - SCREm(r) - SCREo}{Ad \times Kd} \quad \text{km}$$

Harga panjang saluran yang diperoleh melalui perhitungan dengan feeding loss lebih besar dibanding tanpa memperhitungkan feeding loss, karena tanpa feeding loss harga redaman total jaringan lebih besar.

II.5 SISTEM TRANSMISI DIGITAL PADA JARINGAN LOKAL MENUJU ISDN

Pelayanan telekomunikasi mengalami peningkatan kualitas yang ditandai dengan kenaikan harga SCR dari 30% pada Repelita V menjadi 50% pada Repelita VI, serta keandalan sistem meningkat dari 98,2% menjadi 99%. Pertelekomunikasian di Indonesia telah menginjak tahap digitalisasi sebagai dasar pencapaian Jaringan Digital Terpadu, yang telah diwujudkan melalui berbagai proyek percontohan.

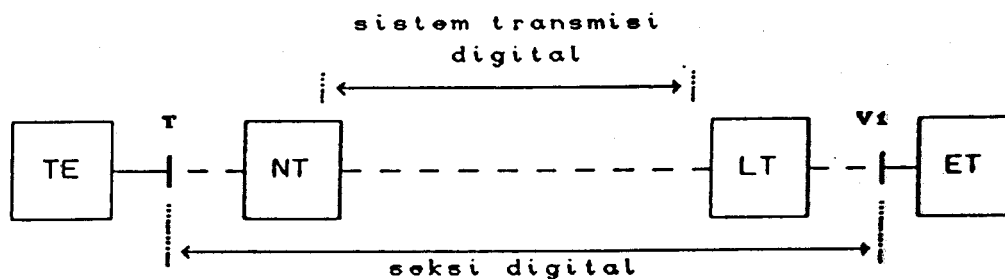
Meninjau kondisi jaringan lokal yang ada di Indonesia saat ini dan usaha pencapaian ISDN yang mutlak dilakukan maka ditempuh interworking jaringan analog dan digital sebagai usaha introduksi sistem digital ke analog.

Transmisi dalam ISDN merupakan sistem digital PCM yang digabung dengan TDM (*Time Division Multiplexing*), dan dikenal dengan PCM/TDM. Prinsipnya menyalurkan sinyal

analog dalam mode digital tertentu setelah melalui 3 tahap yaitu sampling, kuantisasi dan pengkodean. Proses sebaliknya berlaku pada sisi terima.

Batasan sistem transmisi digital dalam kaitannya dengan seksi digital sesuai dengan CCITT Rec G.961 sesuai dengan gambar 2.10. Adapun bagian-bagiannya dapat diterangkan sebagai berikut :

- *Terminal Equipment (TE)* merupakan peralatan pelanggan (user), dapat berupa pesawat telepon atau sejenisnya.
- *Network Termination (NT)* merupakan kelompok fungsional pada sisi jaringan yang berfungsi sebagai interface user dan jaringan.



TE : Terminal Equipment
 NT : Network Termination
 LT : Line Termination
 ET : Exchange Termination

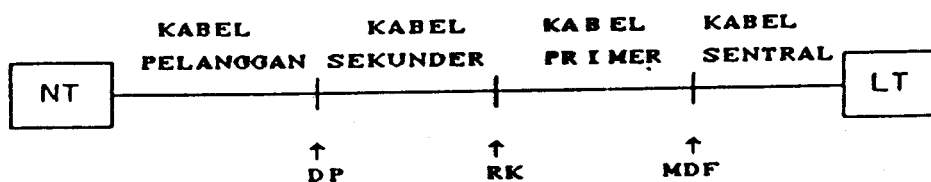
GAMBAR 2.10¹⁸⁾

BATAS SEKSI DIGITAL DAN SISTEM TRANSMISI DIGITAL

¹⁸⁾ -----, CCITT blue book Volume III, Rec G.961, Geneva, 1989, hal 154

- *Line Termination (LT)* merupakan bagian terminasi dari sistem transmisi digital yang terdiri dari fungsi pemancar dan penerima.
- *Exchange Termination (ET)* merupakan suatu terminasi ke sentral lokal, dapat berupa konsentrator.
- *Titik referensi T (terminal)* adalah interface terendah dari ISDN dipandang dari sisi pelanggan.
- *Titik referensi V1* adalah interface digital pada sisi jaringan seksi digital dasar untuk sebuah akses dasar.
- *Seksi digital* adalah keseluruhan transmisi digital dari sinyal digital pada kecepatan tertentu antara 2 titik referensi. Berdasarkan akses yang didukung dapat dibedakan menjadi :
 - Seksi digital Akses Dasar
 - Seksi digital Akses Primer
- *Sistem transmisi digital* merupakan bagian dari seksi digital, yang dalam hal ini menyatakan saluran kabel metalik.

Jaringan kabel lokal yang ada diharapkan dapat menyalurkan sinyal digital pada kedua arah antara LT dan NT secara simultan. Untuk itu harus dipenuhi persyaratan minimum ISDN, yaitu tidak ada loading coil dan kabel terbuka pada Jaringan Lokal Digital (*Digital Local Line - DLL*). Model fisik DLL sesuai Rec G.961 ditunjukkan pada gambar 2.11.

GAMBAR 2.11¹⁹⁾

MODEL FISIK DLL

CCITT telah menetapkan laju kanal untuk transmisi antara sentral lokal dengan pelanggan pada ISDN yaitu :

- Struktur Interface Akses Dasar (*Basic Rate Access*), terdiri dari 2 kanal B (64 kbit/s) untuk informasi dan 1 kanal D (16 kbit/s) untuk pensinyalan. Dalam prakteknya digunakan laju 160 Kb/s dengan 2B+1D+16 bit (overhead).
- Struktur Interface Akses Primer (*Primary Rate Access*), terdiri dari n kanal B (64 kbit/s) untuk informasi dan 1 kanal D (64 kbit/s) untuk pensinyalan. Harga n tergantung sistem PCM yang dipakai.

II.5.1 FORMAT PENYANDIAN

Proses pengkodean sinyal analog menjadi kode digital pada PCM menghasilkan sinyal biner unipolar, yang masih mengandung komponen DC sehingga tidak dapat

¹⁹⁾ ibid hal 157

disalurkan melewati kopel transformator ke saluran. Untuk itu diperlukan kode ternary agar daya sinyal pada pengirim kecil, efisiensi penyaluran sinyal optimal dan tidak ada komponen DC pada formatnya. Beberapa format penyandian yang dikenal adalah :

1. AMI dan HDB3
2. 4B/3T
3. 2B1Q

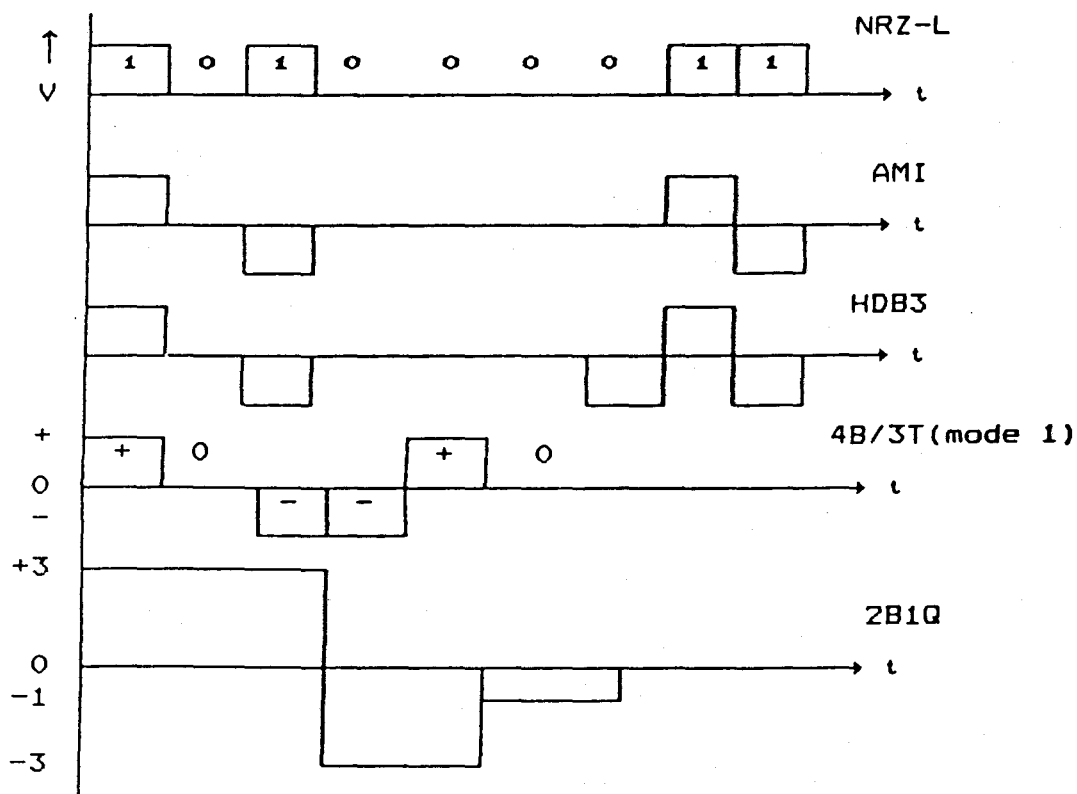
1. AMI dan HDB3

Kode AMI (*Alternate Mark Inversion*) merupakan format yang sering digunakan sebagai kode saluran, yang menyatakan kode "1" dengan tegangan positif atau negatif secara bergantian, sedang kode "0" berupa tidak ada tegangan. Rangkaian kode nol yang berurutan menimbulkan kesalahan informasi sehingga disempurnakan dengan kode HDBn (*High Density Bipolar*) yang membatasi kode "0" sampai n buah. Kode yang sering dipakai adalah HDB3, dengan maksimum 3 buah kode "0".

2. Kode 4B/3T

Format 4B/3T berdasarkan pengkodean blok (kelompok informasi) 4 bit yang tiap bloknnya dikodekan dalam 3 simbol ternary sesuai algoritma tertentu (tersedia 2 mode

kode). Untuk $2^4=16$ kata biner disediakan $3^3=27$ kata terner. Karena kecepatan simbol (baud) menjadi $3/4$ kali kecepatan transmisi (bit/s) maka penyaluran informasinya lebih tinggi dibanding kode lain.



GAMBAR 2.12²⁰⁾

KODE SALURAN YANG SERING DIPAKAI

²⁰⁾ Ekkelenkamp, H, ASPEK - ASPEK TRANSMISI DARI SISTEM KOMUNIKASI DIGITAL, NEPOSTEL, Jakarta, 1985, hal 73

TABEL 2-6²⁴⁾

PENYANDIAN 4B/3T DENGAN 2 MODE

Kata BINER masuk	Kata TERNER keluar	
	mode 1 DSV = -0,1,2	mode 2 DSV = 0,-1,-2
0 0 0 0	0 - +	0 - +
0 0 0 1	- + 0	- + 0
0 0 1 0	- 0 +	- 0 +
0 0 1 1	+ - +	- + -
0 1 0 0	0 + +	0 - -
0 1 0 1	0 + 0	0 - 0
0 1 1 0	0 0 +	0 0 -
0 1 1 1	- + +	+ - -
1 0 0 0	0 + -	0 - +
1 0 0 1	+ - 0	- + 0
1 0 1 0	+ 0 -	- 0 +
1 0 1 1	+ 0 0	- 0 0
1 1 0 0	+ 0 +	- 0 -
1 1 0 1	+ + 0	- - 0
1 1 1 0	+ + -	- - +
1 1 1 1	+ + +	- - -

3. Kode 2B1Q

Kode 2B1Q (2 Binary 1 Quartenary) adalah kode PAM dengan 4 level. Aliran data dari akses dasar (2B+D) discrambling lalu dikodekan. Setiap pasangan bit yang discrambling dalam urutan data biner diubah ke simbol quartenary sesuai tabel 2.7. Tinggi pulsa sebanding dengan harga simbol quartenarynya.

²⁴⁾ Ibid hal 75

TABEL 2-7²²⁾

PENYANDIAN 2B1Q

Bit Pertama (Sign)	Bit Kedua (Magnitude)	Quartenary Symbol (Quat)
1	0	+3
1	1	+1
0	1	-1
0	0	-3

Transmisi suatu sinyal digital dilakukan pada frekuensi Nyquist sebesar $1/2$ kecepatan informasi (bit/s) agar tidak terjadi aliasing.

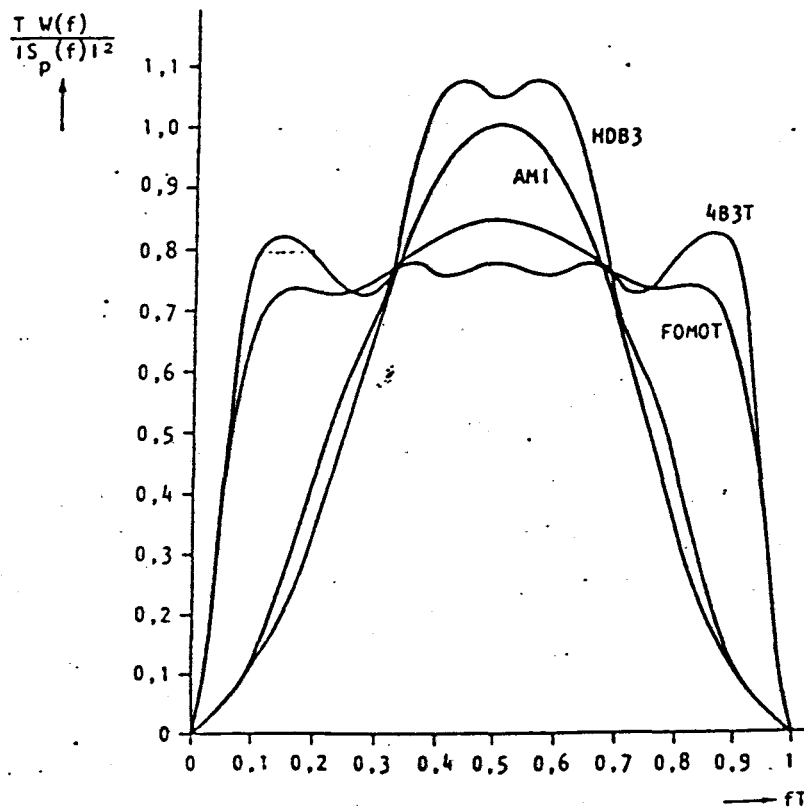
TABEL 2-8²³⁾

FREKUENSI TRANSMISI SINYAL DIGITAL

Format	Kecepatan informasi	Kecepatan transmisi	Frekuensi (Hz)
NRZ	160 kbit/s	160 KBd	80
AMI/HDB3	160	160	80
4B/3T	160	120	60

²²⁾ Huang. T. Darwin, Valenti. Craig, SUBSCRIBER LINES : ISDN BASIC ACCESS STANDARD, Proceeding of IEEE, vol 79 no 2, February 1992, hal 138

²³⁾ Perumtel, PENELITIAN KUALITAS JARINGAN LOKAL UNTUK PENYALURAN SINYAL ISDN (144 kb/s), 1987, hal 6

GAMBAR 2.13²⁴⁾

SPEKTRUM KERAPATAN DAYA KODE TURNER

II.5.2 KUALITAS TRANSMISI SINYAL DIGITAL

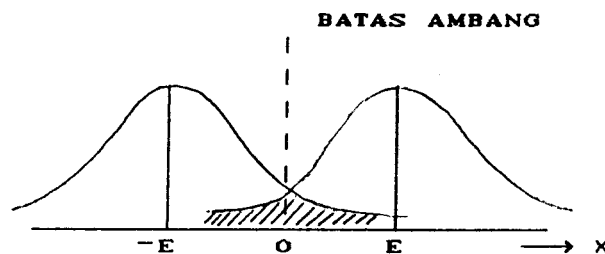
II.5.2.1 Hubungan BER dan SNR

Kemampuan jaringan lokal untuk akses dasar ISDN ditunjukkan oleh BER (*Bit Error Rate*) yang besarnya tergantung dari harga SNR (*Signal to Noise Ratio*) pada ujung terima untuk setiap format kode yang dipakai. Dalam hal ini diasumsikan kemungkinan terjadinya noise/derau mengikuti distribusi Gaussian.

²⁴⁾ Ekkelenkamp, op cit hal 70

a. BER vs SNR UNTUK KODE BIPOLAR

Distribusi amplitudo cacat sinyal mengikuti distribusi deraunya, yang untuk kode bipolar/biner dinyatakan oleh gambar 2.16.



GAMBAR 2.16²⁵⁾

DISTRIBUSI AMPLITUDO CACAT SINYAL

Pada kode bipolar terjadi 2 probabilitas terjadinya kesalahan, yaitu :

1. $P(-E/+E)$: probabilitas kesalahan dari $+E$ yang diartikan $-E$, terletak pada daerah arsir 0 ke $+E$.
2. $P(+E/-E)$: probabilitas kesalahan dari $-E$ yang diartikan $+E$, terletak pada daerah arsir 0 menuju $-E$.

$P(E)$: probabilitas terjadinya "1"

$P(-E)$: probabilitas terjadinya "0"

$P(E)=P(-E)=0,5$

²⁵⁾ Carlson, A.B, COMMUNICATION SYSTEM, McGraw Hill, 1986, hal 163

Harga BER adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{BER} &= P(E) \cdot P(-E/+E) + P(-E) \cdot P(+E/-E) \\
 &= 0.5 [P(-E/+E) + P(+E/-E)] \\
 &= P(-E/+E) = P(+E/-E)
 \end{aligned}$$

Luas daerah yang diarsir adalah :

$$\begin{aligned}
 P(-E/+E) &= \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{(x-E)^2}{2\sigma^2}} dx \\
 &= \int_{-E/\sigma}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du
 \end{aligned}$$

Substitusi persamaan tersebut ke dalam fungsi kesalahan komplementer (*error function complementary - erfc*) akan menghasilkan :

$$\text{BER} = 0.5 \text{ erfc} \left[\frac{E}{\sigma \sqrt{2}} \right]$$

di mana :

$$\text{erfc } x = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-y^2} dy$$

$$y = u/\sigma\sqrt{2}$$

$$x = E/\sigma\sqrt{2}$$

Apabila daya sinyal $S = E^2/2$ sedangkan daya derau $N = \sigma^2/2$ maka diperoleh :

$$\text{BER} = 0.5 \operatorname{erfc} \sqrt{S/2N} = 0.5 \left[1 - \operatorname{erf} \sqrt{S/2N} \right]$$

Dengan tabel error function didapat hubungan BER dan SNR, yang dapat didekati dengan persamaan :

$$\text{SNR (dB)} = 4,65 + 11,42 \log x$$

b. BER vs SNR UNTUK KODE TERNER (AMI, HDB3)

Pada kode terner terdapat 3 kondisi (+E, 0, -E) dengan batas ambang kesalahannya terletak pada tegangan +0,5 E dan -0,5 E. Kurva pada gambar 2.17 menunjukkan 4 probabilitas terjadinya kesalahan, yaitu :

1. $P(0/+E)$: probabilitas kesalahan +E diartikan 0 berupa daerah arsir +0,5 E menuju $-\infty$.
2. $P(+E/0)$: probabilitas kesalahan 0 diartikan +E berupa daerah arsir E/2 menuju ∞ .
3. $P(-E/0)$: probabilitas kesalahan 0 diartikan -E berupa daerah arsir -E menuju $-\infty$.
4. $P(0/-E)$: probabilitas kesalahan -E diartikan 0 berupa daerah arsir -0,5 E menuju ∞ .

dengan $P(+E) = P(-E) = 0,5 \times 0,5 = 0,25$.

Kemungkinan terjadinya kesalahan total adalah :

$$\begin{aligned} \text{BER} &= P(+E) \cdot P(0/+E) + P(-E) \cdot P(0/-E) + P(0) \cdot P(-E/0) \\ &\quad + P(0) \cdot P(+E/0) \\ &= 0,25 [P(0/+E) + P(0/-E)] + 0,5 [P(-E/0) + P(E/0)] \end{aligned}$$

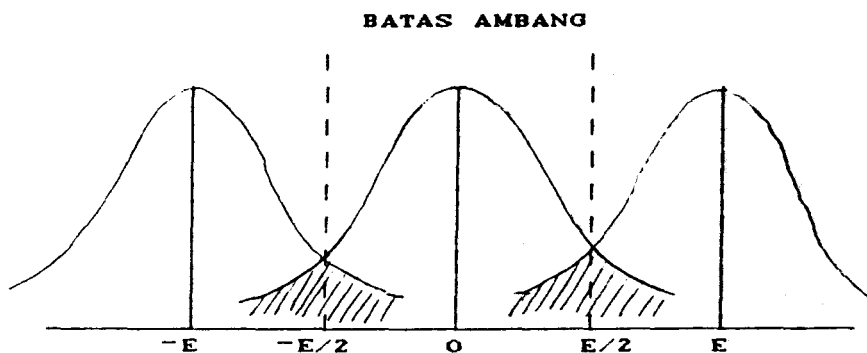
$$\begin{aligned} \text{BER} &= 0.75 [P(0/+E) + P(0/-E)] \\ &= 0.75 [P(-E/0) + P(E/0)] \end{aligned}$$

Dengan cara sama seperti sebelumnya diperoleh hasil substitusi ke error function sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BER} &= 0.75 \operatorname{erfc} \sqrt{S/8N} \\ &= 0.75 \left[1 - \operatorname{erf} \sqrt{S/8N} \right] \end{aligned}$$

Pendekatan dari persamaan itu adalah :

$$\text{SNR (dB)} = 7,4 + 12 \log x$$



GAMBAR 2.17²⁶⁾

DISTRIBUSI AMPLITUDO CACAT SINYAL TERNARY

²⁶⁾ Ibid hal 164

c. BER vs SNR UNTUK KODE 4B/3T

Pada penyandian 4B/3T terdapat 3 kemungkinan level tegangan yang sama besar yaitu $P(+E)=P(-E)=P(0)=1/3$. Jadi kemungkinan terjadinya kesalahan rata-rata adalah :

$$\begin{aligned} \text{BER} &= 1/3 [P(0/+E)+P(0/-E)] + 1/3 [P(-E/0)+P(E/0)] \\ &= 2/3 \operatorname{erfc} \sqrt{S/8N} \\ &= 2/3 [1 - \operatorname{erf} \sqrt{S/8N}] \end{aligned}$$

Sehingga secara pendekatan dapat dituliskan :

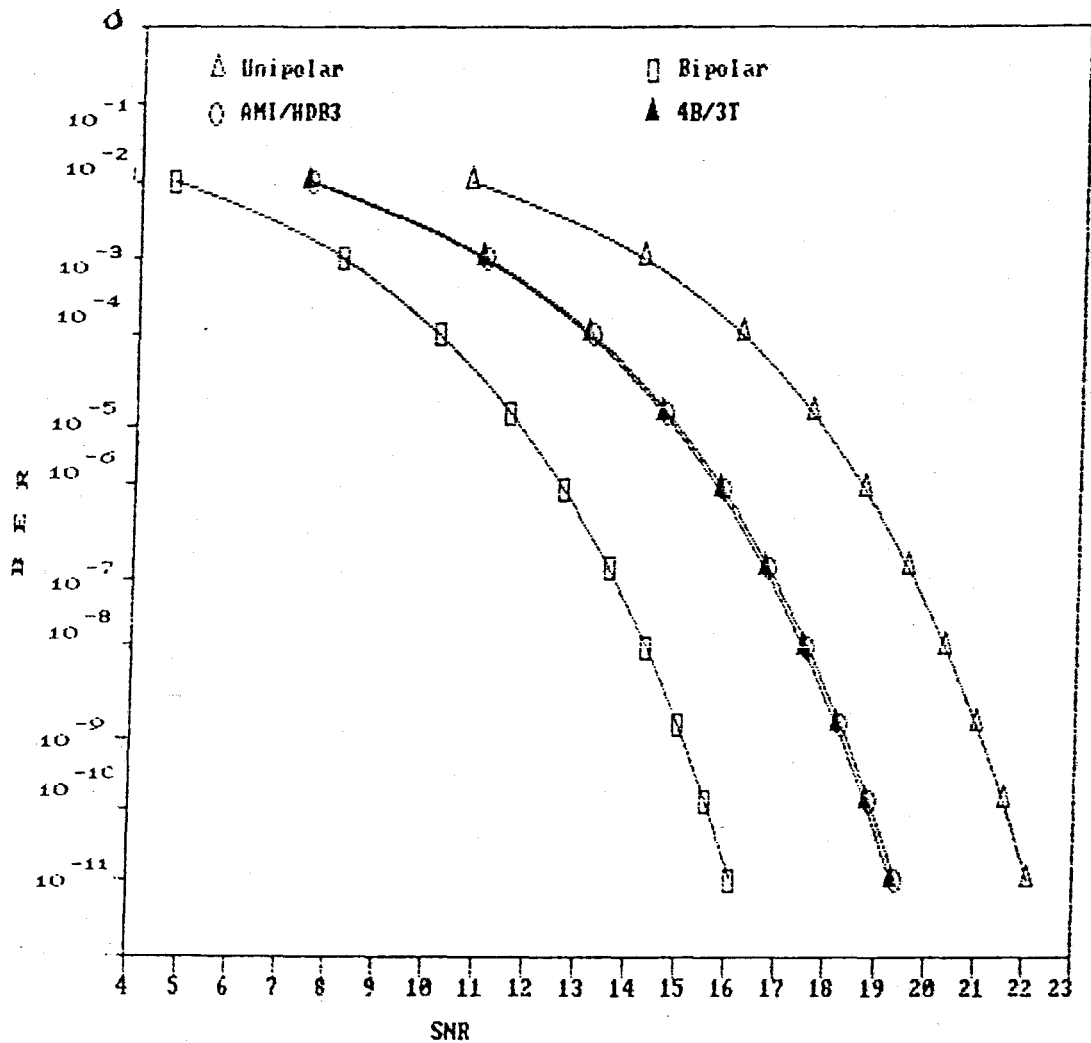
$$\text{SNR (dB)} = 7,3 + 12 \log x$$

Perbandingan SNR untuk beberapa harga BER dengan kode penyandian Bipolar, Ternary dan 4B/3T ditunjukkan pada gambar 2.18.

TABEL 2-8

PERBANDINGAN SNR DARI KODE BIPOLAR, TERNARY DAN 4B/3T

BER (10^{-x})	SNR (dB)			
	Unipolar	Bipolar	AMI/HDB3	4B/3T
1	10,65	4,65	7,40	7,30
2	14,09	8,09	11,01	10,91
3	16,10	10,10	13,13	13,03
4	17,53	11,53	14,62	14,52
5	18,63	12,63	15,79	15,69
6	19,54	13,54	16,74	16,64
7	20,30	14,30	17,54	17,44
8	20,96	14,96	18,24	18,14
9	21,55	15,55	18,85	18,75
10	22,07	16,07	19,40	19,30



GAMBAR 2.16

HUBUNGAN SNR DAN BER BEBERAPA FORMAT KODE

II.5.2.2 Gangguan Transmisi Pada Jaringan Lokal

Sinyal digital yang dikirimkan melalui saluran transmisi mengalami beberapa gangguan yang umumnya berupa derau sehingga mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima,

di antaranya adalah :

- a. Cakap silang (crosstalk)
- b. Interferensi
- c. Interferensi Intersimbol
- d. Echo.

Induksi merupakan masalah utama dalam penyaluran sinyal. Dalam hal ini dapat ditinjau pada saluran telekomunikasi itu sendiri, yang dikenal dengan crosstalk atau akibat adanya sumber tegangan lain di sekitar saluran (interferensi).

Induksi saluran listrik pada transmisi sinyal menimbulkan gangguan yang berupa tegangan induksi dan derau induksi harmonis. Tegangan induksi berpengaruh terhadap kualitas sinyal pada frekuensi jala-jala 50 Hz, Sedangkan pengaruh derau induksi ditentukan oleh jarak fisik antar saluran, panjang paralel kedua saluran serta besaran listrik lainnya. Menurut standar CCITT ditetapkan harga minimum interferensi yang diijinkan sebesar 1 mV.

Interferensi intertrsimbol menyebabkan derau berupa pengecilan bagian terbuka dari sinyal yang diterima. Besarnya derau akibat intersimbol adalah : ²⁷⁾

$$N_i = \frac{2 K.T.R_o.F_{ek}.\alpha.f_n}{\Gamma(\alpha,\beta,\delta)}$$

²⁷⁾ Ekkelenkamp, op cit, hal 117

di mana :

K : konstanta Boltzman ($1,39 \cdot 10^{-23}$)

T : temperatur kamar (290°K)

F_{ek} : faktor derau ekivalen

α : redaman kabel (Ohm/km)

f_n : frekuensi Nyquist

Γ : faktor bentuk derau, yang merupakan fungsi α , perbandingan pulsa-periode δ dan kecepatan perubahan fase β .

Daya sinyal yang diterima dengan adanya intersimbol menjadi : ²⁸⁾

$$S = \delta \cdot E \cdot \Psi_1 (1 - 2\Psi_2)$$

di mana :

E : amplitudo tegangan sinyal yang diterima

δ : perbandingan periode pulsa

Ψ_1 : kemiringan bentuk pulsa, yang tergantung periode pulsa t/T . (lihat gambar 2.17a)

Ψ_2 : interferensi intersimbol relatif, yang tergantung t/T dan β . (lihat gambar 2.17b)

Harga Ψ_2 harus lebih kecil dari 0.5 agar diperoleh S yang positif. Secara praktis digunakan harga parameter sebagai berikut :

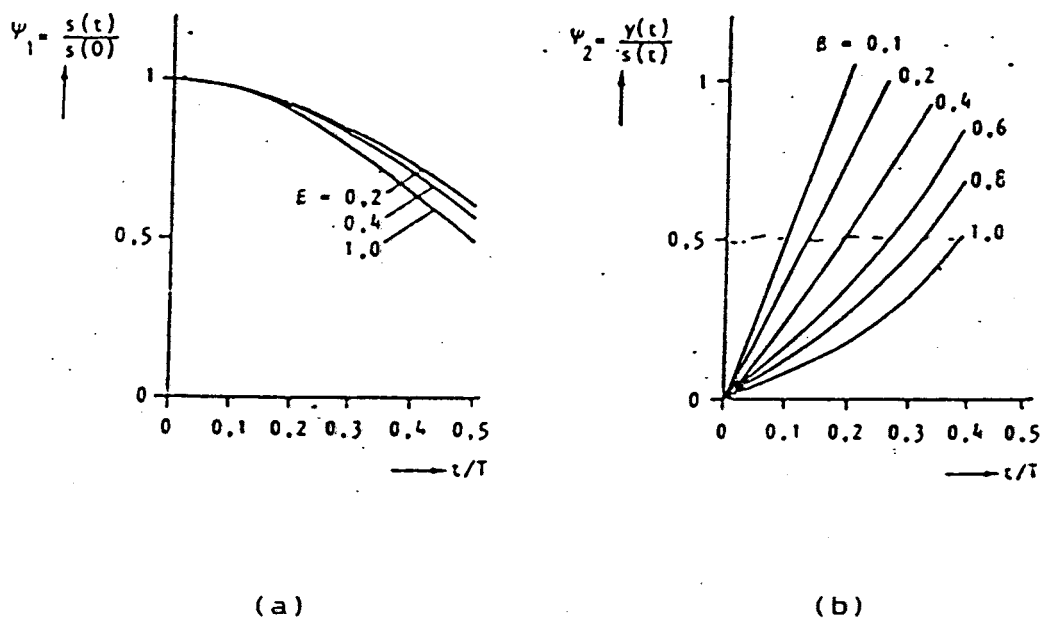
²⁸⁾ loc cit

$$\beta = 1.0$$

$\delta = 0.35$ sehingga didapatkan $\Psi_1 = 0.85$ dan $\Psi_2 = 0.4$ sehingga didapatkan daya sinyal sebesar :

$$S = 0.2 E 0.94 (1 - 2 \times 0.34) \\ = 0.06016 E$$

Karena itu penurunan daya akibat interferensi intersimbol mencapai 12,2 dB.



GAMBAR 2.17

(a) KEMIRINGAN BENTUK PULSA

(b) INTERFERENSI INTERSIMBOL RELATIF

Echo sebagai bentuk sinyal pantul pada jaringan lokal disebabkan karena ketidaksempurnaan rangkaian hybrid pada transceiver atau pemakaian diameter kabel yang berbeda. Mengingat pemakaian *Echo Canceller* dapat dipakai untuk mengeliminasi echo maka pengaruhnya dapat diabaikan. Sehingga dari keempat gangguan hanya interferensi dan crosstalk yang mempengaruhi penyaluran sinyal melalui kabel 2 kawat.

B A B III

PENGUKURAN KARAKTERISTIK JARINGAN LOKAL

Jaringan lokal yang terdiri dari kabel multi pair memiliki 2 jenis karakteristik, yaitu karakteristik fisik dan elektris/transmisi.

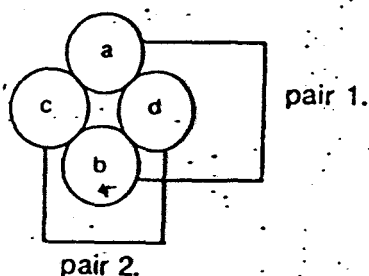
III.1 KARAKTERISTIK FISIK SALURAN

Karakteristik fisik menyatakan ciri-ciri dan kondisi jaringan, yang meliputi panjang, jenis dan diameter kabel, susunan pair dalam kabel dan perhitungan urat kabel dalam jaringan.

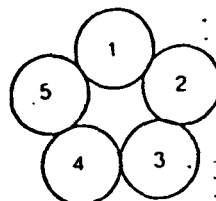
III.1.1 Susunan Dan Perhitungan Urat Kabel

Spesifikasi tentang kondisi fisik kabel dimuat dalam STEL K-001 yang menggunakan sistem '*quad*' (empatan) pada susunan urat kabel jaringan lokal. Beberapa quad digabung membentuk '*basic unit*' (satuan dasar), yang digabung menjadi sebuah '*unit*'.

Setiap 4 urat (2 pair) dipilin bersama membentuk *quad* yang simetris dengan tanda warna isolasi yang berbeda, seperti pada gambar 3.1a.



(a) QUAD



(b) SATUAN DASAR

GAMBAR 3.1

SUSUNAN KABEL

Setiap 5 *quad* berurutan (dari nomor 1 - 5) dihimpun membentuk *satuan dasar* (10 pair) seperti gambar 3.1b. Kode warna isolasi penghantarnya harus memenuhi tabel 3-1.

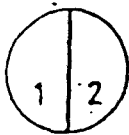
Pada kabel dengan kapasitas kurang dari 300 pair, setiap 5 *satuan dasar* digabung membentuk sebuah *unit* (50 pair). sedang untuk kapasitas lebih dari 300 pair, setiap 10 *satuan dasar* dihimpun menjadi sebuah *unit* (100 pair). Satuan dasar atau unit awal pada setiap lapisan ditandai dengan pita pelilit merah, kecuali bila hanya terdiri dari sebuah unit diberi pita putih. Unit atau satuan dasar berikutnya diberi pita berwarna putih lalu kuning bergantian.

Susunan dan perhitungan urat kabel untuk kapasitas tertentu ditunjukkan oleh gambar 3.2a, b dan c.

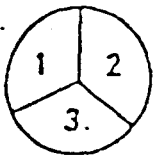
TABEL 3-1⁹⁰⁾

WARNA ISOLASI KABEL SATUAN DASAR

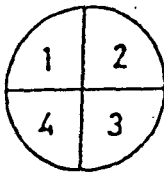
Nomor	pair ganjil		pair genap	
	a	b	c	d
1	putih	biru	merah	hitam
2	putih	jingga	merah	hitam
3	putih	hijau	merah	hitam
4	putih	coklat	merah	hitam
5	putih	merah	merah	hitam



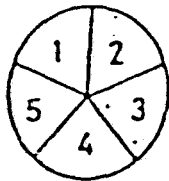
20 pair



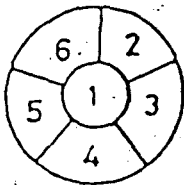
30 pair



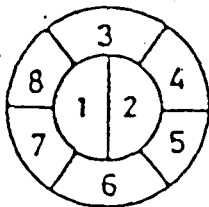
40 pair



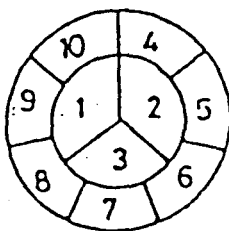
50 pair



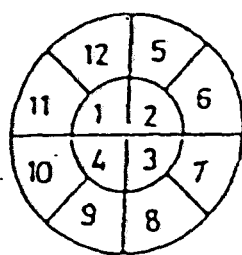
60 pair



80 pair



100 pair

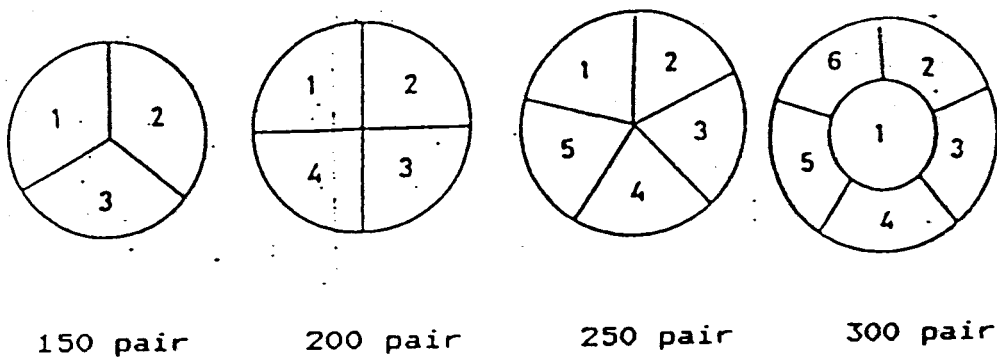


120 pair

GAMBAR 3.2a

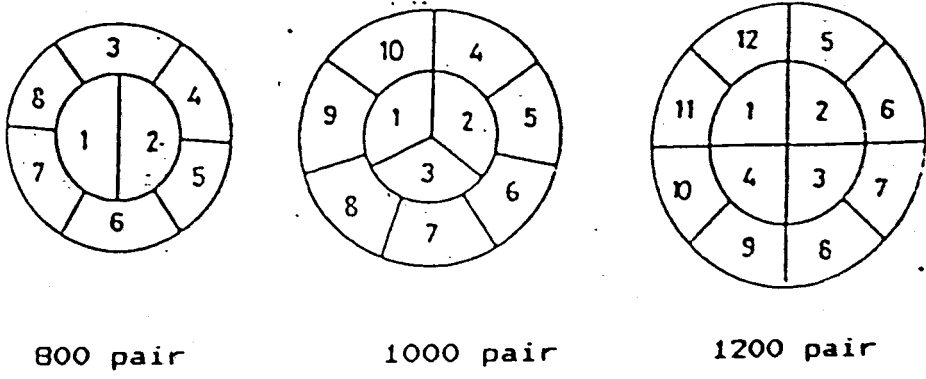
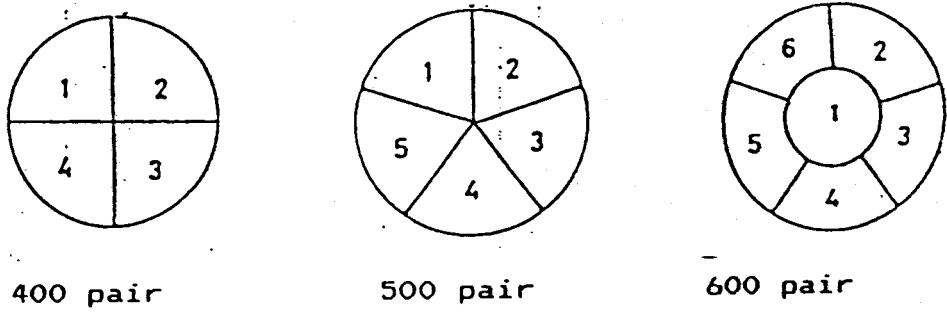
KABEL BERKAPASITAS ≤ 120 PAIR

⁹⁰⁾ Murdiyono, KONSTRUKSI INSTALASI JARINGAN, Pusdiklat PT Telkom Bandung, 1991, hal 1



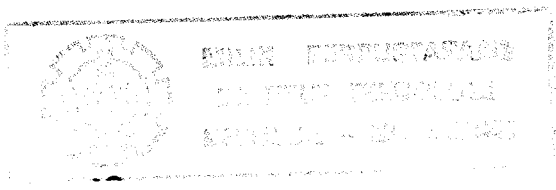
GAMBAR 3.2b

KABEL BERKAPASITAS \leq 300 PAIR



GAMBAR 3.2c

KABEL BERKAPASITAS \geq 300 PAIR



III.1.2 Jenis Dan Diameter Kabel

Pada umumnya kabel yang dipergunakan untuk jaringan lokal di Indonesia berupa kabel isolasi Polietilen, kecuali pada beberapa jaringan lama dapat ditemui kabel dengan isolasi kertas. Jenis kabel multipair berpenghantar tembaga yang baru dikembangkan adalah kabel Foam Skin Polyethylene. Perbedaannya dengan kabel terdahulu adalah pada isolasi urat, yang berupa polietilen busa di bagian dalamnya dan lapisan tipis polietilen pejal di bagian luar.

Penggunaan kabel pada jaringan lokal bervariasi sesuai dengan kondisi daerahnya, seperti yang ditunjukkan pada tabel 3-2.

TABEL 3-2³¹⁾

TABEL POLA PENGGUNAAN JENIS KABEL

POLA	PRIMER		SEKUNDER		D. P		KETERANGAN
	DUCT	TANAM	B. T	A. T	B. T	A. T	
A	x	-	x	-	x	-	daerah padat
B	x	-	x	-	x	x	daerah sedang
C	-	x	x	x	-	x	daerah jarang
D	-	x	-	x	-	x	daerah kurang

³¹⁾ -----, PETUNJUK PEDOMAN PERENCANAAN JARINGAN KABEL TELEPON LOKAL, P. T. Telkom, 1984, hal 76

Jaringan lokal di Indonesia menggunakan kabel dengan diameter 0,4 mm dan 0,6 mm untuk jaringan primer dan sekundernya. Sedangkan kabel 0,8 mm jarang dipakai, kecuali untuk saluran penanggal/drop wire.

III.2 KARAKTERISTIK TRANSMISI SALURAN

III.2.1 Tahanan Isolasi

Tahanan isolasi yang diukur dalam pengujian jaringan dibedakan atas 3 macam, yaitu :

1. Tahanan urat a terhadap b (a/b)
2. Tahanan urat a terhadap tanah (a/G)
3. Tahanan urat b terhadap tanah (b/G).

Harga tahanan isolasi kabel dalam haspel $\geq 10000 \text{ M}\Omega\cdot\text{km}$ pada 20°C . Sedang apabila telah terpasang dan diterminasi, hasil pengukuran harus memiliki harga minimum $1000 \text{ M}\Omega\cdot\text{km}$.

Parameter kabel multipair lain yang juga perlu diketahui selain tahanan isolasi adalah tahanan *screen*. Tahanan *screen* menyatakan harga tahanan alumunium foil terhadap tanah, yang memiliki harga tidak terlalu besar. Selama ini tidak ditetapkan standar harga tahanan *screen*, cukup dipastikan hubungan antara terminasi dengan alumunium foil kabel. Umumnya tahanan *screen* kabel udara berkisar $60 - 80 \Omega$ dan kabel tanah atau duct berkisar 3Ω .

III.2.2 Tahanan Loop (Jerat)

Tahanan jerat kabel merupakan tahanan kabel apabila ujung urat a dan b dihubungkan-singkat. Harga tahanan jerat adalah 2 kali harga tahanan searah konduktor kabel. Standar harga tahanan jerat untuk kabel dengan diameter tertentu ditunjukkan pada tabel 3-3. Untuk saluran dengan loading coil, harga masing-masing ditambah 4 Ω .

III.2.3 Redaman Saluran

Redaman saluran adalah kerugian atau kehilangan daya yang terjadi pada saluran akibat karakteristik atau sifat saluran itu sendiri. Dalam hal ini adanya komponen impedansi seri (R dan L) atau paralel (C dan G).

Redaman pada saluran menyebabkan turunnya amplitudo sinyal yang diterima. Secara umum redaman saluran 2 kawat per satuan panjang tergantung dari harga tahanan kawat R, kapasitansi bersama C, induktansi kabel L dan konduktansi isolasi kabel G, sesuai dengan rumus :³²⁾

$$\alpha = 0,5 R \sqrt{C/L} + 0,5 G \sqrt{L/C}$$

³²⁾ Ekkelenkamp, H, op cit, hal 100

TABEL 3-3³⁹⁾

STANDAR HARGA TAHANAN JERAT KABEL

Diameter (mm)	Tahanan jerat maks. (Ω /km)
0,4	300
0,6	130
0,8	73
0,9	58
1,0	46

a. Tahanan Kawat (R)

Besarnya tahanan kawat dengan memperhitungkan efek kulit (*skin effect*) adalah :³⁴⁾

$$R (\Omega/\text{km}) = 4,17 \times 10 \frac{\sqrt{f}}{d}$$

di mana :

f : frekuensi (Hz)

d : diameter konduktor/kawat (mm)

b. Kapasitansi Bersama (C)

Harga kapasitansi bersama dari kawat berisolasi polietilen adalah :³⁵⁾

$$C (\text{nF}/\text{km}) = \frac{\pi \cdot \epsilon}{\ln (2s/d)} = \frac{63,87}{\ln (2s/d)}$$

³⁹⁾ -----, PENGUKURAN JARINGAN KABEL, Pusediklat P.T. Telkom Bandung, 1990, hal 6

³⁴⁾ Ibid hal 104

³⁵⁾ Loc cit

di mana :

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r = 8,84 \times 2,3 \text{ (untuk Polietilen)}$$

s : jarak antar konduktor, umumnya $s=2d$

d : diameter konduktor

c. Induktansi (L)

Harga induktansi kawat merupakan jumlah induktansi dalam (L_d) dan induktansi luarnya (L_l) dengan rumus :³⁶⁾

$$L \text{ (mH/km)} = L_d + L_l$$

Harga induktansi dalam dan luar didapat melalui rumus berikut :³⁷⁾

$$L_d = \frac{\mu}{4\pi} \frac{2\delta}{d}$$

$$L_l = \frac{\mu}{\pi} \ln \left[\frac{s}{d} + \left(\frac{s^2}{d^2} + 1 \right)^{1/2} \right]$$

di mana :

δ : efek kulit, untuk tembaga $\delta = 6,64 / \sqrt{f}$ cm

μ : permeabilitas = $0,4\pi$ mH/km

s : jarak antar konduktor = $2d$ (cm)

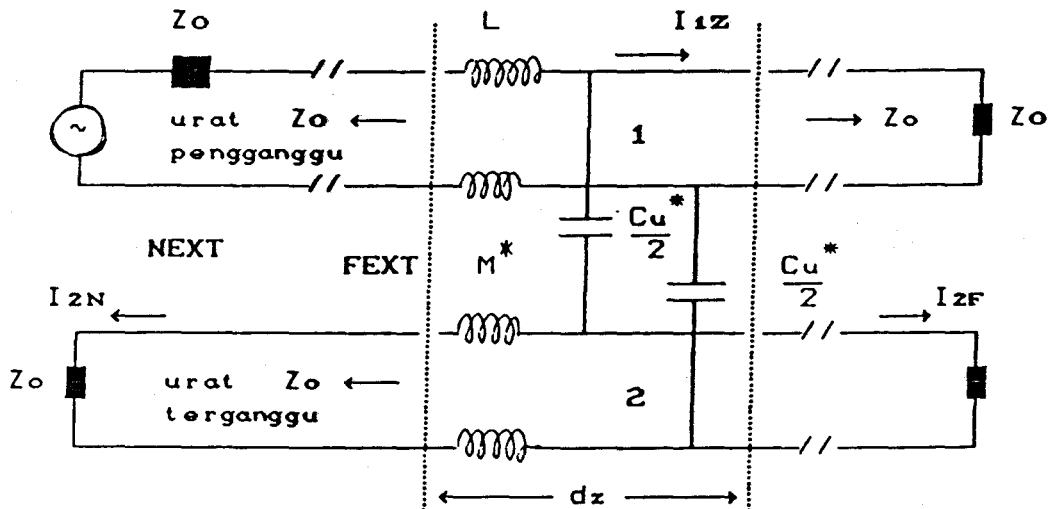
Tabel 3-4 menunjukkan harga standar maksimum redaman kabel P.T Telkom.

³⁶⁾ Ibid hal 103

³⁷⁾ Op cit hal 104

III.2.4 Redaman Cakap Silang (NEXT dan FEXT)

Redaman cakap silang dalam teknik telekomunikasi merupakan energi listrik yang terinduksi dari saluran satu ke saluran lainnya. Karena salurannya simetris, maka masing-masing saluran menghantarkan arus atau tegangan yang menghasilkan medan magnet yang memindahkan sebagian energi listrik ke saluran lainnya. Cakap silang pada kabel *twisted pair* dapat digambarkan rangkaian ekivalennya seperti pada gambar 3.3.



GAMBAR 3.3⁹⁸⁾

REDAMAN NEXT DAN FEXT

⁹⁸⁾ Ekkelenkamp, op cit, hal 111

Penyebab terjadinya cross talk adalah :

1. Hubungan kapasitif :

Pada proses pembuatan kabel, dielektrik bahan isolasi yang dipakai tidak homogen sehingga timbul ketidakseimbangan kapasitansi.

2. Hubungan magnetis :

Akibat susunan urat kabel yang tidak simetris, akan terjadi crosstalk. Pengaruh ini dapat dikurangi dengan penyilangan urat kabel, balancing capasitor dan sejenisnya.

Tegangan crosstalk selalu terasa pada kedua ujung saluran yang terinduksi. Dalam kaitannya dengan lokasi pengirim (generator), tegangan yang timbul pada ujung dekat dari saluran yang terinduksi disebut NEXT (*Near End Cross Talk*), sedang pada ujung jauh disebut FEXT (*Far End Cross Talk*).

a. NEXT (*Near End Cross Talk*)

Harga NEXT tergantung dari kecepatan penyaluran sinyal dan format penyandian yang dipakai, sesuai dengan rumus berikut :³⁹⁾

$$\text{NEXT (dB)} = 10 \log K_n + 15 \log f$$

³⁹⁾ Ibid hal 113

di mana :

K_n : konstanta NEXT, yang tergantung jenis kabel.

$$K_n = \frac{4\pi^2}{2(K_1 + K_2)} \left(\frac{C \cdot Z_0}{8} + \frac{L}{Z_0} \right)$$

K_1 : konstanta redaman kabel 1 = $K_1 \sqrt{f}$

K_2 : konstanta redaman kabel 2 = $K_2 \sqrt{f}$

C : kapasitansi bersama (F)

L : induktansi kabel (H)

Z_0 : impedansi karakteristik = $\sqrt{L/C}$

b. FEXT (Far End Cross Talk)

Besar FEXT tergantung dari frekuensi sinyal, jenis kabel dan panjang salurannya, seperti rumus berikut:⁴⁾

$$\text{FEXT (dB)} = 10 \log K_f + 20 \log f + 10 \log \ell$$

di mana :

K_f : konstanta FEXT, yang tergantung jenis kabel.

$$K_f = 4\pi^2 \left(\frac{L}{Z_0} - \frac{C \cdot Z_0}{8} \right)$$

ℓ : panjang saluran (m)

III.2.5 ECHO

Sinyal pantul pada jaringan lokal dapat terjadi karena ketidaksempurnaan rangkaian hybrid atau pemakaian

⁴⁾ Loc cit

Sinyal pantul pada jaringan lokal dapat terjadi karena ketidaksempurnaan rangkaian hybrid atau pemakaian diameter kabel yang berbeda. Pada jarak yang jauh, sinyal ini menimbulkan pulsa-pulsa baru dengan fase yang berbeda dengan sinyal aslinya. Hal ini dapat dihindarkan dengan menggunakan rangkaian *Echo Canceller*.

Teknik *Echo Cancellation* menyalurkan data digital pada dua arah secara bersamaan. Bagian pemancar dan penerima dihubungkan ke saluran transmisi melalui rangkaian *hybrid*, yang akan mentransmisikan kedua saluran secara simultan. Echo yang timbul disebabkan oleh sinyal pantul dari pelanggan (*near-end echo*) atau dari terminal lawan (*far-end echo*). Sinyal yang diterima pada sisi A pada gambar 3.4 adalah :⁴¹⁾

$$S(t) = S^*(t) + e(t) - e^*(t)$$

di mana :

$S^*(t)$: sinyal yang diperlukan

$e(t)$: sinyal pantul

$e^*(t)$: sinyal simulasi $e(t)$ yang dihasilkan oleh echo signal synthesizer.

Penerapan ISDN banyak menggunakan metode ini karena tidak memerlukan kecepatan saluran yang tinggi sehingga memperkecil bandwidth yang dibutuhkan dan level noise yang timbul tidak terlalu besar.

⁴¹⁾ Ibid hal 238

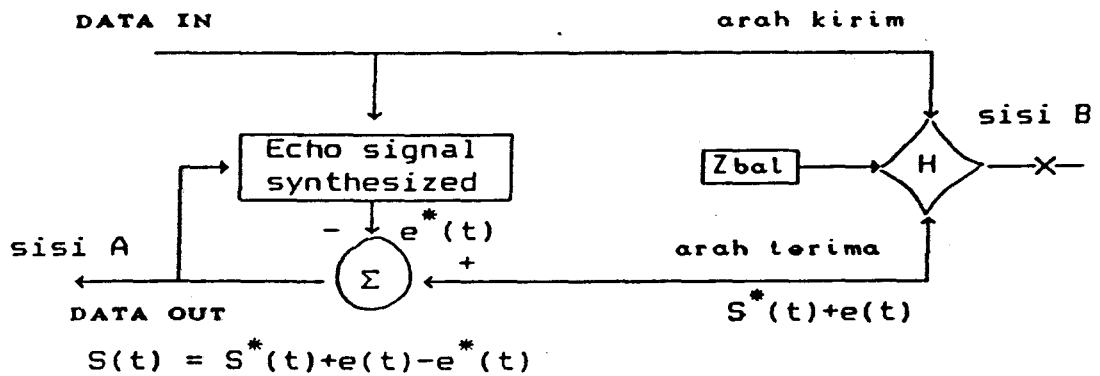
GAMBAR 3.4⁴²⁾

DIAGRAM BLOK ECHO CANCELLER

III.3. METODE-METODE PENGUKURAN

Pengukuran jaringan kabel bertujuan mengetahui kondisi suatu jaringan kabel dan menentukan statusnya berdasarkan standar nilai yang ada. Pengukuran ini merupakan salah satu upaya mendukung terselenggaranya pemeliharaan dan pengembangan jaringan sesuai kebutuhan yang dikehendaki.

Macam-macam pengukuran sesuai fungsinya adalah :

1. Pengukuran Uji Terima

Pengukuran ini dilakukan terhadap jaringan kabel yang akan dipergunakan P.T.Telkom. Pelaksanaannya dapat

⁴²⁾ Loc cit

dilakukan di pabrik pembuatan (untuk produk pesan jadi) atau di lokasi (untuk sarana yang baru selesai dipasang).

2. Pengukuran Rutin

Pengukuran dilakukan secara periodik terhadap seluruh jaringan dalam rangka pemeliharaan yang bersifat preventif.

3. Pengukuran Gangguan

Pengukuran dilakukan terhadap jaringan terganggu untuk menentukan lokasi dan penyebab gangguan sebagai suatu usaha pemeliharaan korektif.

Pengukuran juga diklasifikasikan atas materi yang diukur sebagai berikut :

1. Pengukuran kontinuitas saluran
2. Pengukuran tahanan penghantar dan tahanan jerat saluran serta ketidakseimbangan tahanan penghantar.
3. Pengukuran tahanan pelindung elektris (screen) saluran.
4. Pengukuran tahanan pentanahan (grounding).
5. Pengukuran tahanan isolasi saluran.
6. Pengukuran redaman saluran.
7. Pengukuran redaman cakap silang (crosstalk).
8. Pengukuran kapasitansi bersama.
9. Pengukuran impedansi karakteristik saluran.
10. Pengukuran tegangan tinggi.

III.3.1 PENGUKURAN PADA JARINGAN LOKAL

Kondisi jaringan lokal yang ada sampai saat ini merupakan jaringan kabel multi pair yang dirancang untuk transmisi sinyal analog 300-3400 Hz. Untuk itu perlu diketahui kemampuan jaringan lokal tersebut dalam mendukung akses dasar ISDN. Dalam kaitan dengan kemampuan jaringan, parameter yang menentukan adalah parameter AC berupa redaman dan crosstalk (NEXT dan FEXT). Akan tetapi perlu juga memperhitungkan parameter DC dalam evaluasinya, yang meliputi :

- Tahanan loop
- Tahanan isolasi
- Tegangan asing
- Kapasitansi bersama.

III.3.1.1 Pelaksanaan Pengukuran Jaringan Lokal

Persyaratan umum pengukuran adalah kondisi jaringan lokal terburuk, dengan anggapan bila kondisi terjelek dapat diterima maka secara langsung kondisi jaringan yang lain juga dapat dipertanggung-jawabkan.

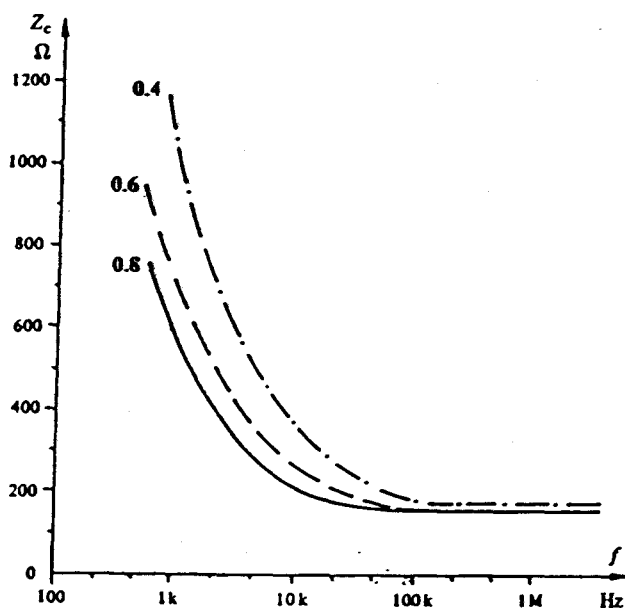
Pengukuran jaringan lokal mengambil lokasi di STO Kebalen Witel VII - Surabaya, dengan dasar pertimbangan :

- Umumnya kondisi jaringan lokal di Indonesia adalah serupa, baik struktur jaringan kabel maupun prinsip dasar instalasi kabel dan sarana pendukungnya.

- Penentuan lokasi pengukuran disesuaikan dengan kebijakan pilot project ISDN agar diperoleh data penunjang yang optimum. Selain itu juga perlu dipertimbangkan kondisi trafik harus cukup tinggi, sehingga dapat memberikan gambaran kondisi penyambungannya.
- Kondisi jaringan STO Kebalen memenuhi syarat pengukuran yang menghendaki jaringan kabel lama, dengan trafik padat dan kapasitas sentral terisi cukup besar.
- Perlengkapan dan peralatan pendukung pengukuran tersedia di STO Kebalen, dalam hal ini diperoleh dari bagian Transmisi PCM dan Jaringan Lokal.
- Akomodasi dan transportasi yang menunjang karena penulis berdomisili di Surabaya sehingga mempermudah pengambilan data.

Metode pengukurannya berdasarkan pencuplikan pasangan kabel kosong secara acak (*sampling*) dengan ketentuan berikut :

1. Pengukuran pada sistem Rumah Kabinet dilakukan searah yaitu MDF ke DP. Pengukuran pada 2 kabel primer, masing-masing dicuplik 5 pair.
2. Pengukuran dilakukan pada frekuensi 10 sampai 100 kHz dengan step 10 kHz.
3. Impedansi karakteristik saluran adalah 150 Ω , sesuai grafik respon Z_0 pada gambar 3.6.



GAMBAR 3.5⁴⁹⁾

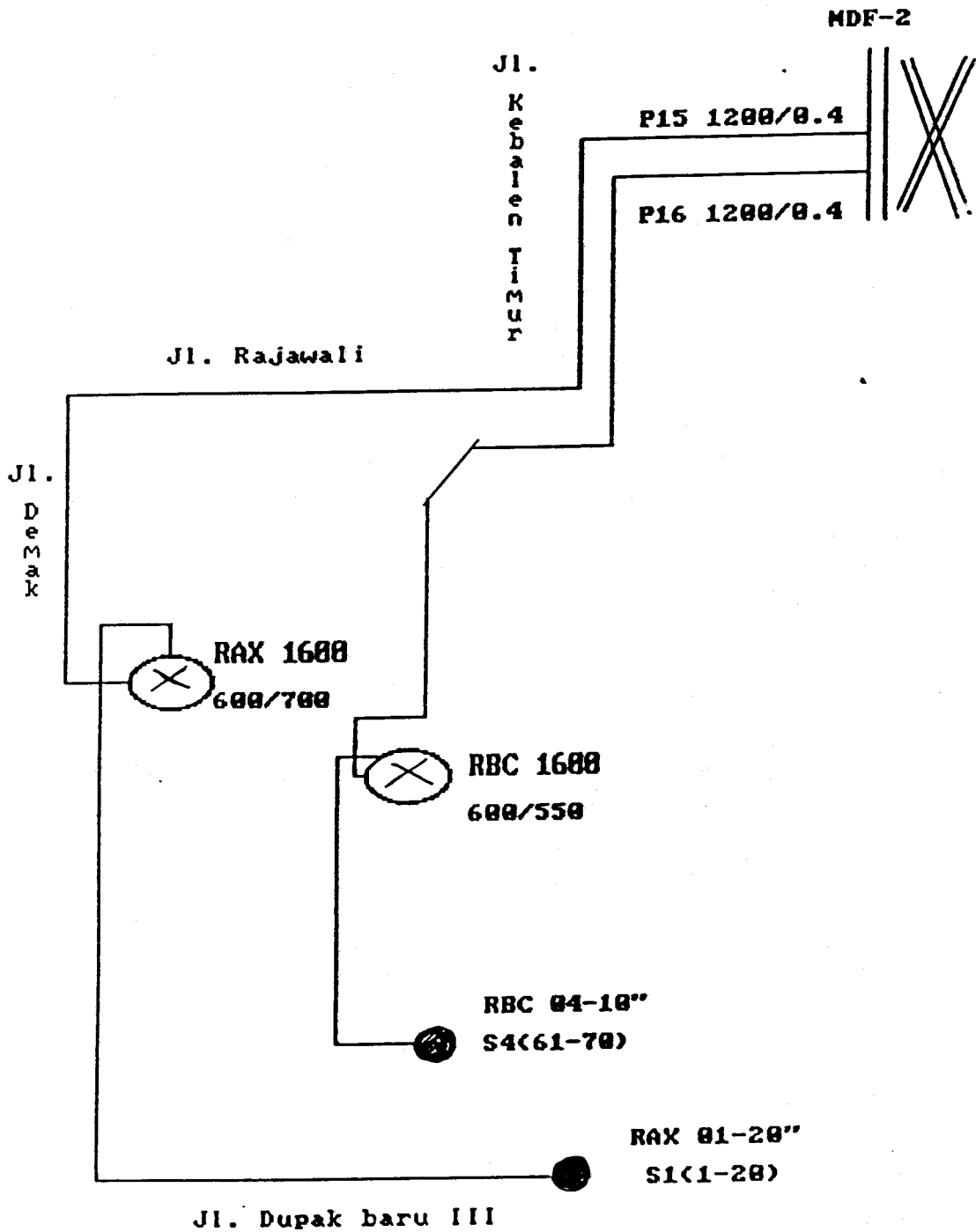
KARAKTERISTIK FREKUENSI KABEL LOKAL

4. Pengukuran meliputi :

- a. kabel primer P-15 ---- sekunder di RK RAX - DP 01
- b. kabel primer P-16 ---- sekunder di RK RBC - DP 04

5. Skema jaringannya dapat dilihat pada gambar 3.5.

⁴⁹⁾ Piere-Gerard Fontollier, TELECOMMUNICATION SYSTEM, Artech House Inc, Norwood, 1986, hal 103



GAMBAR 3.6

SKEMA JARINGAN KABEL YANG DIUKUR

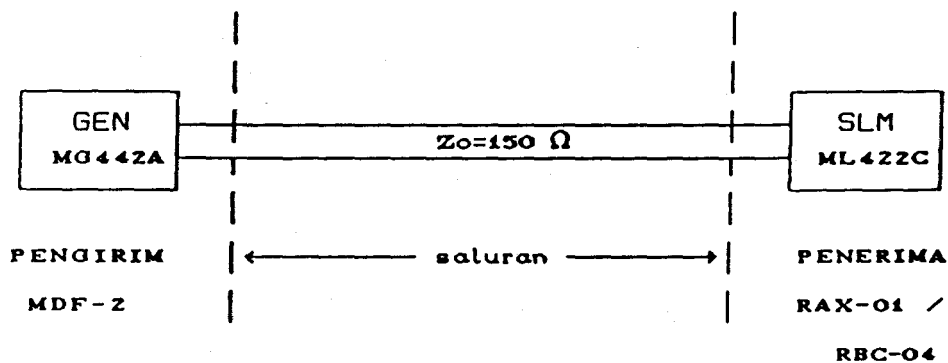
III.3.1.2. Pengukuran Redaman Saluran

Rangkaian pengukuran redaman saluran ditunjukkan oleh gambar 3.7.

Peralatan yang dibutuhkan adalah :

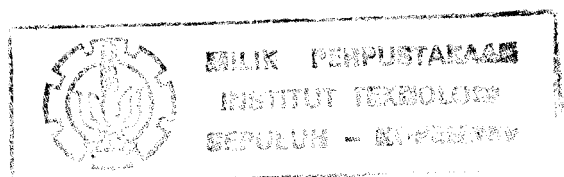
- Pemancar : Synthesized Level Generator Anritsu MG 442A
Level tegangan = 1,5 Vac (0 dBm).
- Penerima : Selective Level Meter Anritsu ML 422C
Lebar band BPF = 3,1 kHz.
- 1 (satu) set conector cable

Hasil pengukurannya ditunjukkan pada tabel 3-4.



GAMBAR 3.7

RANGKAIAN PENGUKURAN REDAMAN



TABEL 3-4
HASIL PENGUKURAN REDAMAN

SATUAN LEVEL : dB

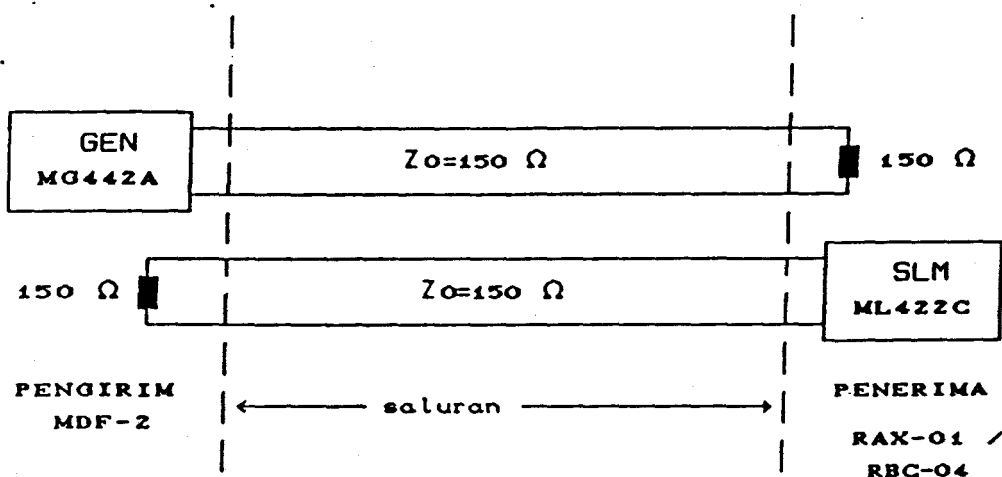
KLEM NO	FREKUENSI (KHz)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RAX - 01										
P15 - 32	23.4	25.8	26.6	30.8	31.8	32.8	33.5	34.2	34.7	35.3
P15 - 33	23.5	26.0	28.9	30.7	32.7	34.0	34.0	34.6	36.0	35.8
P15 - 34	23.6	26.2	28.5	31.1	32.6	34.0	34.2	35.0	36.5	36.9
P15 - 35	23.5	25.9	28.7	30.5	31.8	32.9	33.7	34.3	35.9	35.5
P15 - 36	23.4	25.8	28.6	30.6	31.6	32.8	33.5	34.2	34.8	35.1
RBC - 04										
P16 - 52	19.7	22.8	25.1	26.4	27.4	28.2	29.1	29.6	30.2	30.6
P16 - 53	19.7	22.7	25.0	26.4	27.4	28.3	28.9	29.5	29.9	30.4
P16 - 54	19.8	22.8	25.0	26.4	27.4	28.1	28.7	29.7	30.0	30.4
P16 - 55	19.7	22.7	25.0	26.4	27.4	28.1	28.7	29.5	29.9	30.4
P16 - 56	19.7	22.7	25.0	26.4	27.4	28.1	28.7	29.5	29.9	30.4

III.3.1.3 Pengukuran FEXT

Peralatan yang dibutuhkan adalah :

- Pemancar : Synthesized Level Generator Anritsu MG 442A
Level tegangan = 1,5 Vac (0 dBm).
- Penerima : Selective Level Meter Anritsu ML 422C
Lebar band BPF = 3,1 kHz.
- 1 (satu) set cable connector.
- 1 (satu) pasang terminasi tahanan murni 150 Ohm

Rangkaian pengukurannya seperti pada gambar 3.8, sedangkan hasil pengukurannya ditunjukkan pada tabel 3-5.



GAMBAR 3.8

RANGKAIAN PENGUKURAN FEXT

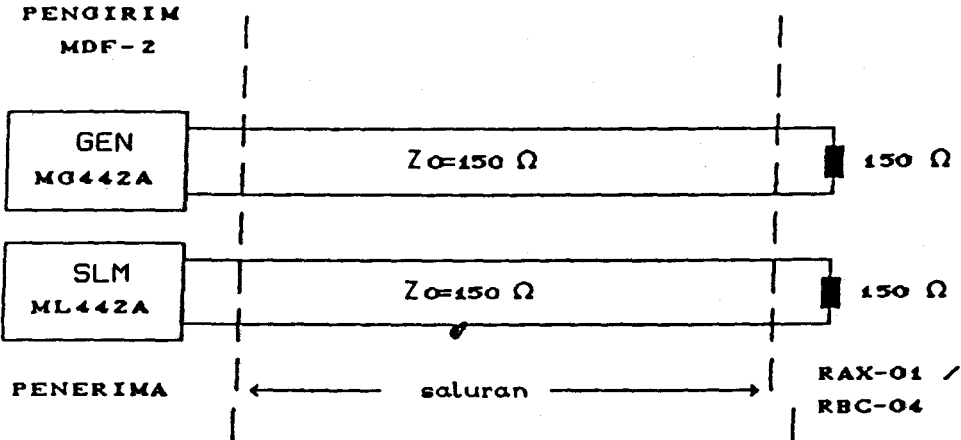
III.3.1.3 Pengukuran NEXT

Peralatan yang dibutuhkan adalah :

- Pemancar : Synthesized Level Generator Anritsu MG 442A
Level tegangan = 1,5 Vac (0 dBm).
- Penerima : Selective Level Meter Anritsu ML 422C
Lebar band BPF = 3,1 kHz.
- 1 (satu) set conector cable
- 1 (satu) pasang terminasi tahanan murni 150 Ohm

Rangkaian pengukurannya ditunjukkan oleh gambar 3.9

Hasil pengukurannya ditunjukkan pada tabel 3-6.



GAMBAR 3.9

RANGKAIAN PENGUKURAN NEXT

TABEL 3-5a

HASIL PENGUKURAN FEXT PADA RAX-01

SATUAN LEVEL : dB

PENGIRIM KLEM NO.	PENERIMA KLEM NO.	FREKUENSI (KHz)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RAX-01 P15 - 32	33	98.9	98.4	92.0	99.0	98.6	90.2	90.0	88.5	87.9	99.4
	34	90.8	95.0	94.8	94.6	94.0	93.8	93.4	93.0	92.8	91.7
	35	93.0	105.0	104.7	108.0	106.8	106.4	104.7	104.7	102.5	98.5
	36	92.8	104.9	102.8	105.9	106.2	104.7	104.8	102.7	98.7	97.4
	37	93.0	104.5	103.0	105.7	106.0	104.8	104.9	102.9	101.9	91.5
P15 - 33	34	82.8	92.6	89.2	96.5	97.5	98.7	97.5	97.3	93.4	98.4
	35	82.4	91.9	86.9	97.4	97.0	96.8	96.2	94.2	94.4	91.4
	36	81.9	89.2	81.5	86.4	86.7	87.4	86.4	86.4	87.4	88.4
	37	82.0	89.5	82.0	95.4	97.0	96.9	96.5	94.5	94.6	92.0
	32	88.9	98.4	92.0	99.1	98.7	90.3	90.1	88.6	88.0	99.5
P15 - 34	35	83.1	94.6	88.4	98.6	98.6	95.4	96.5	94.7	92.6	89.5
	36	82.7	93.5	86.0	97.4	98.4	97.5	98.4	96.7	93.2	90.3
	37	92.7	102.7	97.5	103.2	104.0	103.4	103.7	102.7	94.5	89.7
	32	90.8	95.0	94.9	94.7	94.1	93.9	93.5	93.0	92.7	91.7
	33	83.0	92.5	89.0	96.5	97.5	98.7	97.4	97.2	93.5	96.3
P15 - 35	36	88.0	86.6	87.0	88.7	89.7	91.2	98.3	91.7	98.5	89.8
	37	91.8	95.4	97.0	97.2	96.2	97.5	97.7	97.7	97.7	98.4
	32	93.0	104.9	104.5	107.8	106.5	106.3	104.8	104.7	102.5	98.5
	33	82.5	91.8	87.0	97.5	97.0	96.8	96.1	94.3	94.0	91.5
	34	85.0	94.6	89.0	98.8	98.5	95.5	96.5	94.6	92.5	89.5
P 15 - 36	37	91.8	97.6	97.7	97.4	98.0	99.5	102.0	101.4	106.0	98.6
	32	93.0	104.6	102.9	105.8	106.0	104.8	104.7	103.0	98.9	97.2
	33	82.0	89.0	81.9	86.5	86.9	86.5	86.9	87.5	87.5	86.5
	34	82.8	93.5	89.0	97.3	98.2	97.6	98.4	96.8	93.2	91.1
	35	88.0	87.0	87.9	88.9	88.4	91.0	89.0	91.7	93.5	90.0

TABEL 3-5b

HASIL PENGUKURAN FEXT PADA RBC-04

SATUAN LEVEL : dB

PENGIRIM KLEM NO.	PENERIMA KLEM NO.	FREKUENSI (KHz)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RBC 04 P16 - 52	53	89.3	98.7	88.4	88.4	87.8	86.4	85.8	85.5	84.8	84.6
	54	102.5	99.2	97.2	95.3	93.6	92.3	90.9	91.1	89.8	89.2
	55	100.0	98.2	98.9	98.4	98.0	97.4	97.1	96.4	95.4	95.2
	56	101.0	99.4	98.3	96.9	96.0	95.0	93.9	93.4	93.0	92.8
	57	102.3	99.5	97.6	95.4	93.5	92.4	91.0	90.9	89.5	89.1
P 16 - 53	54	96.7	88.7	89.8	92.6	91.4	91.4	91.6	90.8	93.6	95.6
	55	88.9	38.9	89.5	89.6	90.6	90.6	91.1	91.6	92.0	92.6
	56	90.4	90.7	91.3	91.7	92.0	92.4	92.5	92.7	93.1	93.0
	57	111.0	107.8	116.1	102.7	101.5	100.3	99.3	99.0	97.6	97.0
	52	89.5	89.0	88.6	88.5	87.8	86.4	85.7	85.5	85.1	85.0
P 16 - 54	55	104.7	100.0	97.9	96.8	95.8	95.8	95.8	95.8	96.0	95.9
	56	104.4	101.3	99.5	98.0	97.1	97.0	95.5	95.6	95.3	94.4
	57	91.1	91.3	91.8	91.7	91.1	90.7	91.1	89.8	89.2	88.8
	52	102.3	99.5	97.5	95.3	93.5	92.3	91.0	91.1	89.5	89.0
	53	96.5	90.5	95.0	92.5	91.4	91.3	91.0	90.5	89.6	89.5
P 16 - 55	56	93.6	93.4	93.7	93.9	93.8	94.0	94.3	95.3	97.0	98.4
	57	92.4	92.9	93.6	93.4	92.9	92.4	92.4	92.4	92.5	92.4
	52	99.5	98.0	98.2	98.0	97.5	97.2	97.2	96.2	95.1	95.0
	53	89.0	90.0	89.1	89.5	91.6	91.4	91.0	90.5	90.0	89.4
	54	104.5	100.5	98.0	96.5	95.8	95.8	95.6	95.5	95.0	95.5
P 16 - 56	57	96.5	97.0	98.0	96.8	100.0	99.5	99.4	99.4	100.0	101.2
	52	100.8	99.4	98.5	98.9	96.0	95.0	93.8	93.5	93.0	92.8
	53	90.5	90.0	91.3	91.7	92.0	92.4	92.6	92.6	93.0	92.6
	54	104.0	101.5	99.4	97.8	97.1	97.0	95.5	95.6	95.2	94.4
	55	93.5	93.4	93.2	93.7	93.7	94.0	94.3	94.5	94.0	94.0

TABEL 3-6a

HASIL PENGUKURAN NEXT PADA RAX-01

SATUAN LEVEL : dB

PENGIRIM KLEM NO.	PENERIMA KLEM NO.	FREKUENSI (KHz)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RAX-01 P15 - 32	33	97.2	100.8	100.2	95.9	101.5	105.1	102.2	100.5	104.9	109.1
	34	97.2	100.8	99.7	96.1	101.1	104.7	101.8	100.8	104.7	108.0
	35	97.0	100.8	100.0	97.0	101.2	104.7	101.9	101.1	107.3	108.4
	36	98.0	99.8	99.7	99.2	96.8	103.8	100.7	99.9	104.4	107.6
	37	96.5	101.2	100.6	100.8	101.9	105.4	102.7	101.7	108.2	109.2
P15 - 33	34	89.9	100.4	99.0	94.2	100.5	104.8	101.6	100.8	102.9	108.9
	35	90.2	100.7	99.1	94.1	100.8	104.7	101.7	101.1	102.0	108.9
	36	90.3	92.6	99.0	94.3	100.7	103.7	100.8	99.8	108.7	107.8
	37	90.2	101.1	99.0	94.4	100.6	105.9	102.4	101.4	102.8	110.2
	32	90.2	100.5	98.8	94.3	100.8	104.9	102.0	101.2	102.0	109.2
P15 - 34	35	96.7	100.7	99.9	96.8	100.8	105.1	101.8	100.5	105.6	109.1
	36	95.5	100.8	99.0	96.1	100.8	103.7	100.7	99.4	103.6	108.2
	37	97.5	100.3	101.0	96.8	102.1	105.9	102.4	93.2	105.9	109.1
	32	97.0	99.7	99.9	96.4	101.3	104.6	101.9	100.6	105.9	109.4
	33	97.8	101.1	100.4	97.4	101.3	105.1	102.2	100.5	105.6	108.4
P15 - 35	36	95.3	99.6	99.2	99.5	100.5	104.0	100.8	99.8	101.8	107.8
	37	97.2	100.8	100.7	96.8	101.7	105.5	102.6	100.8	102.8	109.9
	32	96.7	100.7	99.8	95.5	101.3	104.6	101.8	100.7	102.7	108.7
	33	97.8	101.1	100.4	97.4	101.5	104.9	101.8	101.2	102.4	109.2
	34	100.4	95.1	96.8	100.9	100.8	104.8	101.7	100.8	102.8	108.9
P 15 - 38	37	97.3	102.9	102.8	102.1	100.9	105.8	103.5	101.8	104.9	109.2
	32	96.7	99.7	99.8	99.3	96.8	104.8	100.7	101.4	104.6	109.4
	33	97.0	92.3	98.0	94.6	100.3	104.7	100.2	101.3	105.7	104.4
	34	96.7	100.2	98.7	95.9	100.1	105.4	98.7	100.8	100.6	100.6
	35	97.0	100.1	100.0	100.2	100.8	104.4	100.8	100.8	102.8	108.4

TABEL 3-6b

HASIL PENGUKURAN NEXT PADA RBC-04

SATUAN LEVEL : dB

PENGIRIM KLEM NO.	PENERIMA KLEM NO.	FREKUENSI (KHz)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RBC 04 P16-52	53	88.9	88.2	84.4	84.1	83.7	83.8	84.0	82.8	81.1	79.1
	54	83.1	89.4	83.9	80.3	78.2	77.5	79.1	81.2	80.2	77.4
	55	60.1	100.5	93.7	90.3	59.2	84.8	75.1	78.7	77.8	76.1
	56	98.1	80.6	82.4	93.8	54.2	89.7	79.8	78.0	83.1	87.8
	57	90.2	73.5	72.4	88.8	88.8	82.9	80.9	79.8	78.5	77.7
P 16-53	54	88.8	84.6	81.8	80.3	79.7	78.9	77.8	77.4	79.2	81.5
	55	79.8	83.7	80.2	80.6	82.8	86.9	87.9	83.8	80.7	78.5
	56	70.0	94.7	92.7	88.8	88.4	84.0	73.7	78.9	78.8	74.8
	57	84.8	82.2	89.7	91.9	87.8	85.9	84.6	83.3	81.7	80.4
	52	87.8	85.7	84.4	83.9	83.7	83.9	84.4	72.8	90.4	78.8
P 16-54	55	85.3	82.5	79.4	77.3	78.0	75.2	74.7	74.3	74.1	73.8
	56	89.1	87.4	84.1	81.9	80.2	78.3	78.7	75.5	74.0	72.0
	57	83.2	87.9	91.8	91.8	91.0	89.8	89.9	90.9	90.1	88.8
	52	93.1	89.6	83.9	80.3	78.4	77.9	79.2	81.6	80.4	77.5
	53	89.0	84.8	81.7	80.1	79.8	78.8	77.8	77.5	79.3	81.4
P 16-55	56	60.0	90.3	78.6	77.3	78.2	74.9	74.5	75.3	78.7	76.9
	57	87.9	91.4	93.5	88.5	80.7	71.9	73.7	71.5	70.3	69.7
	52	96.5	98.0	93.6	90.2	87.8	85.0	82.8	80.5	78.0	76.3
	53	79.5	81.1	75.2	80.5	82.8	88.9	87.9	83.8	80.8	78.8
	54	85.1	82.4	79.3	77.2	75.9	75.2	74.7	74.4	74.1	73.9
P 16-56	57	101.0	99.4	95.1	89.5	85.2	82.7	84.6	82.0	82.8	82.0
	52	98.7	99.5	96.7	92.8	91.5	89.7	88.7	88.5	89.0	87.8
	53	85.8	95.0	93.0	89.2	88.3	83.9	81.5	78.8	78.7	74.7
	54	89.1	87.0	85.9	81.8	87.1	78.3	78.7	75.5	75.2	71.9
	55	80.2	80.3	78.7	77.4	78.1	75.0	74.8	75.4	75.2	76.9

III.3.2 PENGUKURAN DC

Selain pengukuran redaman dan crosstalk saluran atau yang sering disebut dengan pengukuran AC, dikenal juga pengukuran DC yang berguna untuk verifikasi hubungan saluran dan mendukung hasil pengukuran AC. Pengukuran DC meliputi pengukuran parameter dasar saluran yaitu :

- Pengukuran tahanan isolasi, bertujuan mengetahui adanya hubung singkat pada saluran dan kondisi isolasi kabel.
- Pengukuran tahanan loop, untuk mengetahui panjang saluran
- Pengukuran kontinuitas saluran, untuk mengetahui kondisi hubungan (putus/tidaknya).
- Pengukuran kapasitansi bersama.

Pengukuran DC dapat dilakukan langsung pada jaringan lokal di lapangan atau melalui sentral (MDFnya). Pengukuran pada sentral dilakukan melalui perangkat yang disebut *SULIM (Subscriber Line Measuring System)*.

a. Pengukuran di Jaringan Lokal

Alat ukur yang dipakai pada pengukuran DC di lapangan adalah :

- *Continuity Tester/ Cable pair checker*, dipakai untuk mengukur kontinuitas saluran.

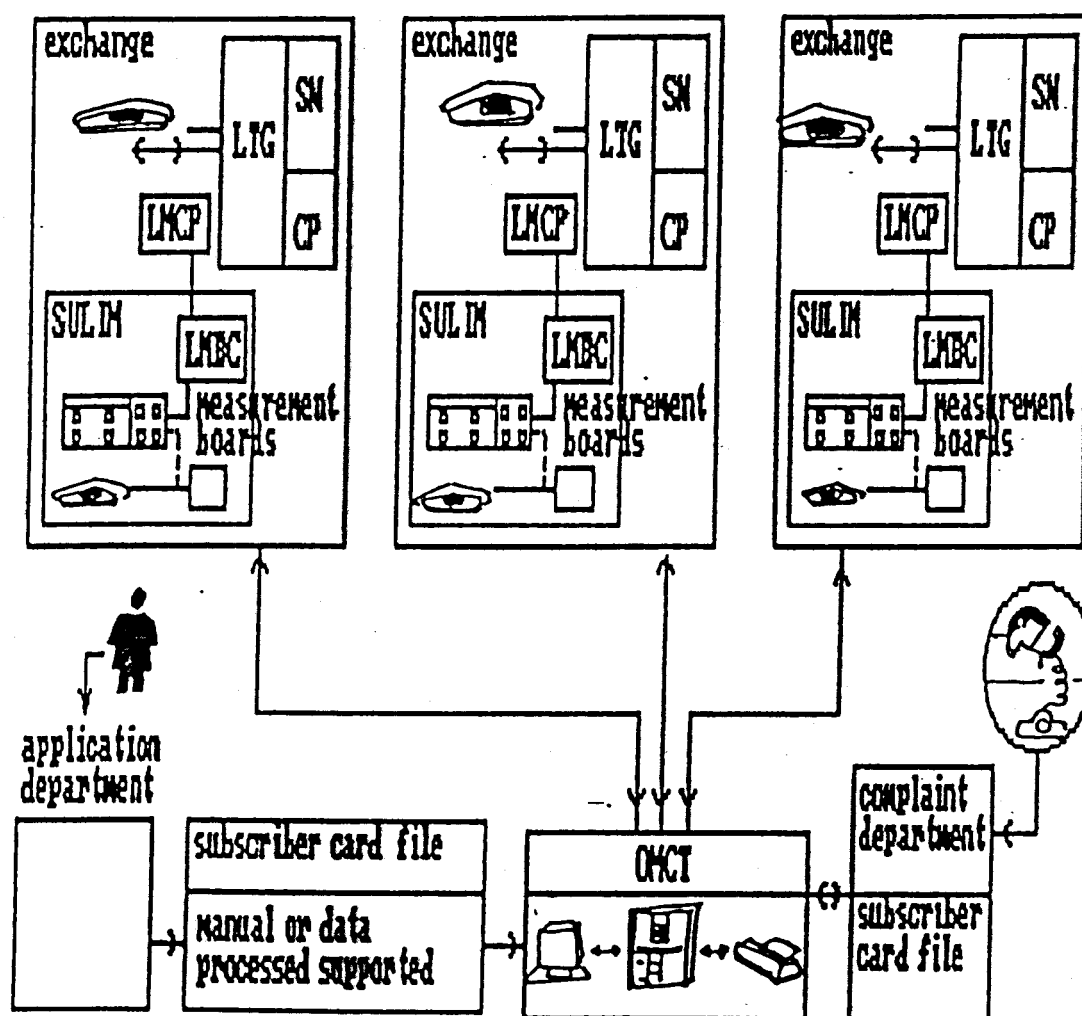
- *Ohm meter*, dipakai untuk mengukur tahanan penghantar saluran.
- *Megger*, yang digunakan dalam pengukuran tahanan isolasi saluran.
- *Portable Wheatstone Bridge*, digunakan untuk mengukur tahanan loop dan tahanan screen saluran.
- *Mutual Capacitance Measuring Set*, merupakan alat ukur kapasitansi bersama.

b. Pengukuran di Sentral

Pemeliharaan saluran pelanggan dapat juga dilakukan langsung dari sentral dengan memanfaatkan SULIM (*Subscriber Line Measuring System*) baik secara terpusat atau tidak terpusat (lokal). Klasifikasi tersebut didasarkan atas struktur organisasi dan perangkat kerasnya. Pengukuran dan pengujian terhadap seluruh pelanggan pada batas area sentral pusat dilakukan melalui SULIM Terpusat yang berlokasi di OMCT (*Operation and Maintenance Center*). Sedangkan SULIM Tidak Terpusat hanya dapat melayani suatu sentral lokal di mana SULIM berada (gambar 3.10).

Fungsi yang dapat diselenggarakan melalui SULIM adalah :

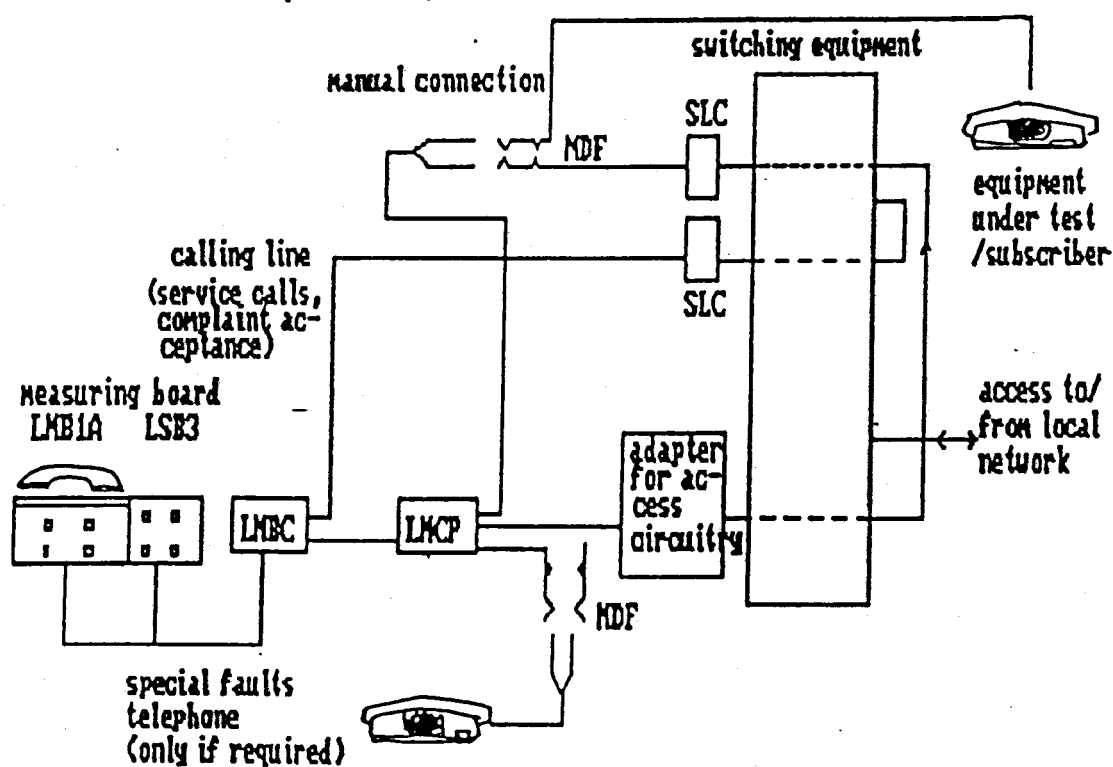
- fungsi pengukuran dan pengujian
- fungsi pengawasan
- fungsi pengujian internal
- fungsi khusus untuk menangani gangguan.

GAMBAR 3.10⁴⁴⁾

STRUKTUR ORGANISASI SULIM TIDAK TERPUSAT

⁴⁴⁾ Rutz, OPERATING INSTRUCTION AND DESCRIPTION-SULIM, Siemens, Aktiengesellschaft, München, 1983, hal 2.1-5

Pada umumnya suatu sentral memiliki SULIM Tidak Terpusat yang digunakan untuk melakukan berbagai fungsi pengukuran, pengujian, pengawasan dan pemeliharaan jaringan lokalnya. Pada SULIM Tidak Terpusat, hanya pelanggan yang tersambung dengan sentral itu yang dapat dilayani. SULIM dapat terhubung langsung dengan pelanggan melalui MDF atau melewati sentral dengan mengirimkan nomor pelanggan / dial number. (Gambar 3.11)



GAMBAR 3.11⁴⁵⁾

HUBUNGAN SULIM DENGAN PELANGGAN

⁴⁵⁾ Ibid hal 4-2

Hubungan melalui sentral dilakukan dengan menghubungkan nomor pelanggan yang terukur sehingga terbentuk hubungan antara LMC dan SLC (Subscriber Line Circuit). Sedangkan penyambungan langsung dari SULIM ke pelanggan dilakukan dengan jack pengujian di ruang MDF. Cara ini hanya dilakukan bila hubungan ke sentral sulit dilakukan atau saluran pelanggan diputus karena alasan lokalisasi gangguan.

Konstruksi fisik SULIM itu terdiri dari :

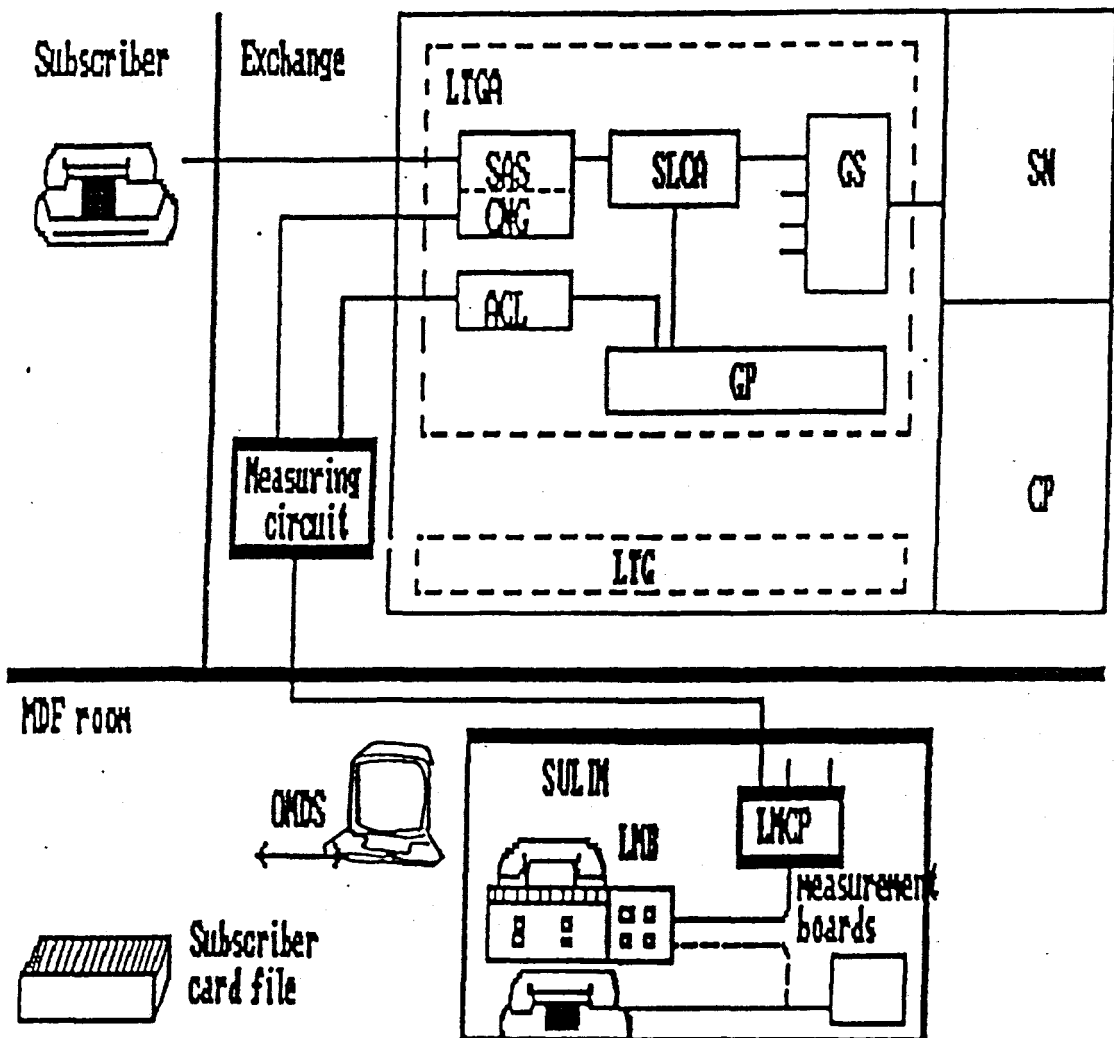
- LMB (Line Measuring Board) atau Meja Ukur
- LMP (Line Measuring Processor)
- LMC (Line Measuring Circuit) pada SULIM Terpusat atau LMCP (Line Measuring Circuit Processor - controlled) pada SULIM Tidak Terpusat.

Meja Ukur memiliki fungsi :

- melaksanakan operasi pengukuran dan pengujian
- menampilkan semua hasil ukur.

LMP atau LMCP berfungsi :

- menerima instruksi dari LMB untuk diterjemahkan menjadi instruksi switching lalu dikirim ke LMC dengan kode 'push-button' signalling.
- menerjemahkan jawaban hasil pengukuran dari LMC sehingga menghasilkan display pada panel dan lampu meja ukur.
- melakukan uji rutin dan mengendalikan pemakaian saluran.



GAMBAR 3.12⁴⁰

PERANGKAT KERAS SULIM TIDAK TERPUSAT

⁴⁰ Ibid hal 2.1-6

Rangkaian Pengukuran atau LMC berfungsi :

- mengukur / menguji saluran pelanggan dan pesawat teleponnya.
- mengirim hasil pengukuran ke Measuring Processor
- melakukan pengawasan pada saluran pelanggan terhadap adanya gangguan tanah, tegangan asing, atau kondisi saluran.

B.1 OPERASI PENGUKURAN MELALUI SULIM

Pengukuran yang dilakukan meliputi tegangan luar AC dan DC, kapasitansi dan tahanan. Tegangan luar dapat diukur dengan kondisi loop terbuka atau tertutup. Pengukuran tegangan dilakukan pertama kali untuk menghindari adanya tegangan overflow pada saluran yang dapat merusak alat. Macam pengukurannya seperti tabel 3-7.

Batas-batas pengukuran :

- a. Tahanan : $(0 \dots 1999) \times 10^0 \Omega \pm 2\%$
 $(2 \dots 199,9) \times 10^3 \Omega \pm 2\%$
 $(0,2 \dots 10,0) \times 10^6 \Omega \pm 5\%$

- b. Tahanan tanah : $(0 \dots 1999) \times 10^0 \Omega \pm 2\%$
 $(0 \dots 20,0) \times 10^3 \Omega \pm 2\%$

(kawat a dan b pada pesawat pelanggan disambung lalu ditanahkan)

- c. Kapasitansi : $(0 \dots 20) \mu F \pm 2\%$

- d. Tegangan asing : DC : $(-200 \dots +200) V \pm 2\%$
AC : $(0 \dots 250) V \pm 2\%$

TABEL 3-7
PENGUKURAN PADA SULIM

Macam Pengukuran		Tombol	Parameter terukur	Tombol
Tegangan asing	AC	V	kawat a terhadap b	a/b
		V	kawat a terhadap tanah	a/E
		V	kawat b terhadap tanah	b/E
	DC	V-	kawat a terhadap b	a/b
		V-	kawat a terhadap tanah	a/E
		V-	kawat b terhadap tanah	b/E
Tahanan isolasi		Ω	kawat a terhadap b	a/b
		Ω	kawat a terhadap tanah	a/E
		Ω	kawat b terhadap tanah	b/E
kapasitansi		μF	kawat a terhadap b	a/b
		μF	kawat a terhadap tanah	a/E
		μF	kawat b terhadap tanah	b/E

B.2 PROSEDUR PENGUKURAN DENGAN SULIM

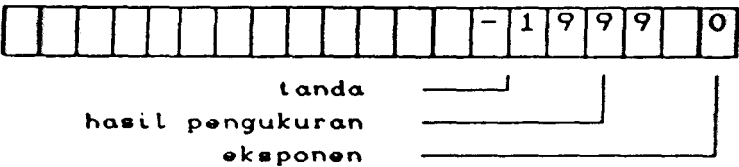
Cara pengukuran parameter karakteristik jaringan melalui meja ukur SULIM dapat diterangkan sebagai berikut:

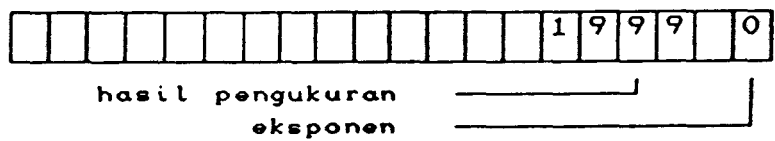
1. Tegangan DC.

Mode pengukuran : tombol V-

Lokasi pengukuran : tombol a/b, a/E atau b/E

Lampu kecil (dot) akan menyala pada akhir posisi display digital selama pengukuran. Hasil pengukuran akan menampilkan harga negatif, seperti pada panel display berikut :





5. Tahanan bumi.

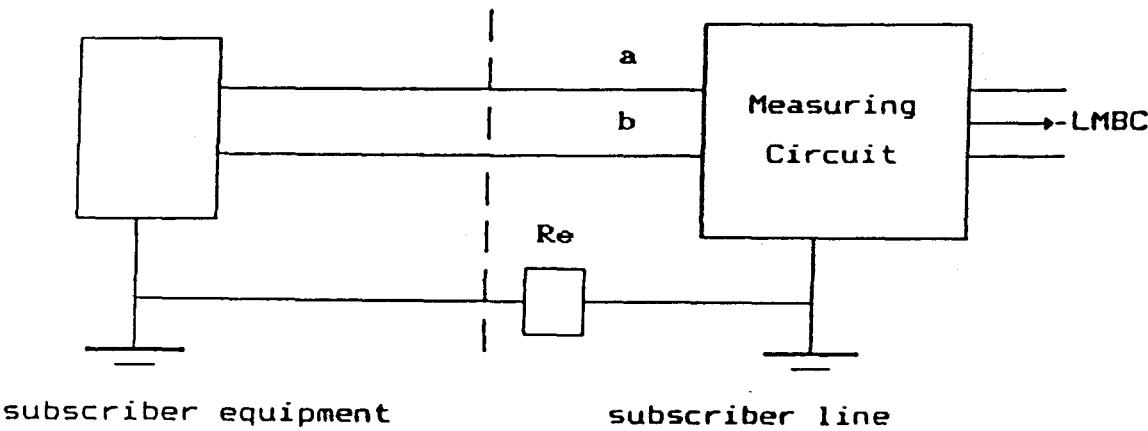
Pengukuran tahanan bumi dilakukan dengan terlebih dahulu menghubungkan kawat a, b dan ground.

Mode pengukuran : tombol EARTH.RESIST

Lokasi pengukuran tidak perlu dipilih.



Cara menghubungkan urat a, b dan taanah ditunjukkan pada gambar 3.13.



GAMBAR 3.13

HUBUNGAN SINGKAT KAWAT a, b DAN GROUND

BAB IV

HASIL ANALISA PENGUKURAN

Metode yang dipakai untuk menganalisa hasil pengukuran dibedakan atas 2 macam, yaitu secara grafis dan analitis. Kedua metode ini diharapkan dapat memberikan suatu batasan penggunaan saluran lokal dalam menunjang ISDN Basic Access.

Berdasarkan skema jaringan kabel yang diukur diketahui jarak antara titik pengukuran sebagai berikut :

$$\begin{aligned} - \text{STO ke RAX} &= 3241 \text{ m} \\ \text{RAX ke DP 01} &= 431 \text{ m} \\ &\underline{\hspace{1.5cm}} \\ &= 3672 \text{ m (3,672 km)} \\ \\ - \text{STO ke RBC} &= 2415 \text{ m} \\ \text{RBC ke DP 04} &= 234 \text{ m} \\ &\underline{\hspace{1.5cm}} \\ &= 2649 \text{ m (2,649 km)} \end{aligned}$$

IV.1 METODE ANALITIS

Metode analitis menggunakan harga BER sebagai standar transmisi sinyal, yang dinyatakan dalam perhitungan SNR dengan format kode sinyal tertentu. Dalam

hal ini dipakai $BER = 10^{-6}$, sesuai GAS-9 tentang aspek-aspek teknik dan ekonomis penggunaan jaringan lokal.

Prosedurnya meliputi :

- a. Menghitung harga rata-rata redaman dan cakap silang pada tiap frekuensi (α, n, f)
- b. Menentukan besarnya daya derau (N)
- c. Menghitung besar daya sinyal yang diterima (S)
- d. Menentukan harga SNR sebagai perbandingan daya sinyal terhadap deraunya.
- e. Menentukan panjang kabel maksimum yang diijinkan (l).

IV.1.1 Perhitungan Daya Sinyal (S)

Berdasarkan ketentuan dalam *Deutsche Bundespost*, besar tegangan pemancar tidak boleh melebihi 6 V_{p-p}. Sehingga daya pemancar dalam dB dihitung berdasarkan besarnya daya output Synthesized Level Generator MG422A di MDF, yaitu sebesar 0 dBm.

Besarnya daya sinyal yang diterima dihitung dengan memasukkan interferensi intersymbol maksimum sebesar -12,2 dB sebagai margin pada rumus sebagai berikut :⁴⁷⁾

$$S_{ISI} \text{ (dB)} = P - A - 12,2$$

⁴⁷⁾ -----, PENELITIAN KUALITAS JARINGAN LOKAL UNTUK PENYALURAN SINYAL ISDN (144 Kb/s), Perumtel, Bandung, 1988, hal 37

di mana :

P : daya sinyal yang dikirim (P = 0 dBm)

A : output SLM dalam dBm (lihat tabel 3-4 untuk tiap pair kabel).

IV.1.2 Perhitungan Daya Derau (N)

Daya derau total dipengaruhi oleh interferensi dan redaman cakap silang, sesuai rumus :⁴⁸⁾

$$N \text{ (dB)} = 10 \log (\sigma_n + \sigma_f + \sigma_i)$$

di mana :

σ_n : daya derau akibat adanya NEXT

$$\sigma_n = \text{antilog} \left[0,1 (P - \text{NEXT}) \right]$$

σ_f : daya derau akibat adanya FEXT

$$\sigma_f = \text{antilog} \left[0,1 (P - \text{FEXT}) \right]$$

σ_i : daya derau akibat interferensi = 10^{-6}

Berdasarkan hasil pengukuran FEXT (tabel 3-5) dan NEXT (tabel 3-6), harga daya derau total (N) dihitung untuk penyaluran sinyal digital dengan frekuensi 60 KHz pada kode 4B/3T dan 80 KHz pada kode AMI/HDB3. Hasil selengkapnya dilihat pada tabel 4-1.

IV.1.3 Perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR)

Perbandingan daya sinyal yang diterima dengan deraunya dihitung dengan rumus :

⁴⁸⁾ Ibid hal 35

$$\text{SNR (dB)} = \text{S (dBW)} - \text{N (dBW)}$$

Harga SNR masing-masing pair ditunjukkan pada tabel 4-1.

TABEL 4-1
PERHITUNGAN SNR

KABEL	REDAMAN dB	NEXT dB	FEXT dB	N dB	S (ISI) dB	S dB	S/N (ISI) dB	S/N dB
60 KHz								
P15 (1)	32.8	103.8	90.0	-59.99	-45.00	-32.80	14.99	27.19
P15 (2)	34.0	103.7	87.4	-59.99	-46.20	-34.00	13.79	25.99
P15 (3)	34.0	103.7	95.4	-59.99	-46.20	-34.00	13.79	25.99
P15 (4)	32.9	104.0	91.2	-59.99	-45.10	-32.90	14.89	27.09
P15 (5)	32.8	104.4	99.5	-59.99	-45.00	-32.80	14.99	27.19
P16 (1)	28.2	77.5	86.4	-59.91	-40.40	-28.20	19.51	31.71
P16 (2)	28.3	78.9	90.6	-59.94	-40.50	-28.30	19.44	31.64
P16 (3)	28.1	75.2	90.7	-59.86	-40.30	-28.10	19.56	31.76
P16 (4)	28.1	71.9	92.4	-59.72	-40.30	-28.10	19.42	31.62
P16 (5)	28.1	75.0	99.5	-59.86	-40.30	-28.10	19.56	31.76

KABEL	REDAMAN dB	NEXT dB	FEXT dB	N dB	S (ISI) dB	S dB	S/N (ISI) dB	S/N dB
60 KHz								
P15 (1)	34.20	99.90	88.50	-59.99	-46.40	-34.20	13.90	25.79
P15 (2)	34.60	99.80	86.40	-59.98	-46.80	-34.60	13.19	25.39
P15 (3)	35.00	93.20	94.70	-59.99	-47.00	-34.80	12.99	25.19
P15 (4)	34.30	99.80	90.50	-59.99	-46.50	-34.30	13.49	25.69
P15 (5)	34.20	100.80	101.40	-59.99	-46.40	-34.20	13.59	25.79
P16 (1)	29.60	76.00	85.50	-59.88	-41.80	-29.60	18.19	30.39
P16 (2)	29.50	77.40	90.60	-59.92	-41.70	-29.50	18.29	30.49
P16 (3)	29.70	74.30	89.60	-59.83	-41.90	-29.70	18.09	30.29
P16 (4)	29.50	71.50	92.40	-59.70	-41.70	-29.50	18.09	30.29
P16 (5)	29.50	75.40	99.40	-59.87	-41.70	-29.50	18.09	30.29

Besarnya SNR untuk $BER = 10^{-6}$ yang dihitung secara teoritis (tabel 2-6), menyatakan harga SNR minimum yang dibutuhkan untuk transmisi sinyal. Harga SNR yang diperoleh untuk frekuensi transmisi 60 KHz dan 80 KHz tersebut dibandingkan dengan syarat batas SNR minimum seperti yang ditunjukkan pada tabel 4-2.

TABEL 4-2
HARGA BATAS SNR

KODE SALURAN	FREKUENSI (KHz)	SNR _{minimum}
AMI/HDB3	80	16,74
4B/3T	60	16,64

Tabel tersebut memperlihatkan harga SNR dengan margin ISI (SNR_{ISI}) dan tanpa margin (SNR). Ternyata harga SNR tanpa ISI melebihi batas minimum (tabel 4-2) sehingga secara analitis jaringan tersebut memenuhi kondisi kelayakan transmisi digital.

IV.1.4 Analisa Cakap Silang

Analisa harga cakap silang dilakukan dengan membandingkan harga mean serta standar deviasi NEXT dan FEXT yang diperoleh dari pengukuran dengan harga umum pada suatu frekuensi.

TABEL 4-3⁴⁹⁾

HARGA UMUM KOPLING CAKAP SILANG

JENIS KOPLING		MEAN dan STANDAR DEVIASI	FREKUENSI (KHz)		
			100	500	1000
Antar pair dalam 1 quad	NEXT	M	[dB]	[dB]	[dB]
		SD	58	52.5	53
	FEXT	M	4.5	4.5	6.5
		SD	59	51	45
Antar pair dalam 1 unit	NEXT	M	6	7	6
		SD	80	70	67
	FEXT	M	8	10.5	9
		SD	73	60	56
			6.5	7	6

IV.1.5 Panjang kabel maksimum

Panjang kabel maksimum dihitung berdasarkan asumsi bahwa distribusi redaman saluran adalah homogen. Sehingga diperoleh panjang saluran maksimumnya kurang lebih 3.67 km dan harga redaman per kilometernya seperti pada tabel 4-5.

⁴⁹⁾ Bylanski, op cit, hal 159

TABEL 4-4
 PERHITUNGAN MEAN DAN STANDAR DEVIASI CAKAP SILANG
 PADA FREKUENSI 100 KHz

KABEL	NEXT dB	FEXT dB
P15 (1)	109.1	99.4
(2)	109.0	91.7
(3)	106.4	98.5
(4)	107.6	97.4
(5)	109.2	91.5
(6)	108.9	98.4
(7)	108.9	91.4
(8)	107.8	86.4
(9)	110.2	92.0
(10)	109.2	99.5
(11)	109.1	89.5
(12)	108.2	90.3
(13)	109.1	89.7
(14)	109.4	91.7
(15)	108.4	98.3
(16)	107.8	89.8
(17)	109.9	98.4
(18)	108.7	98.5
(19)	109.2	91.5
(20)	108.9	89.5
(21)	109.2	98.6
(22)	109.4	97.2
(23)	104.4	86.5
(24)	100.6	91.1
(25)	108.4	90.0
MEAN	108.3	93.5
ST.Devias	2.0	4.4

KABEL	NEXT dB	FEXT dB
P16 (1)	79.1	84.6
(2)	77.4	89.2
(3)	76.1	95.2
(4)	87.8	92.8
(5)	77.7	89.1
(6)	81.5	95.6
(7)	78.5	92.6
(8)	74.8	93.0
(9)	80.4	97.0
(10)	78.8	85.0
(11)	73.8	95.9
(12)	72.0	94.4
(13)	86.6	88.8
(14)	77.5	89.0
(15)	81.4	89.5
(16)	76.9	96.4
(17)	69.7	92.4
(18)	76.3	95.0
(19)	78.6	89.4
(20)	73.9	95.5
(21)	82.0	101.2
(22)	87.6	92.8
(23)	74.7	92.8
(24)	71.9	94.4
(25)	76.9	94.0
MEAN	78.1	92.6
ST.Devias	4.6	3.8

TABEL 4-5

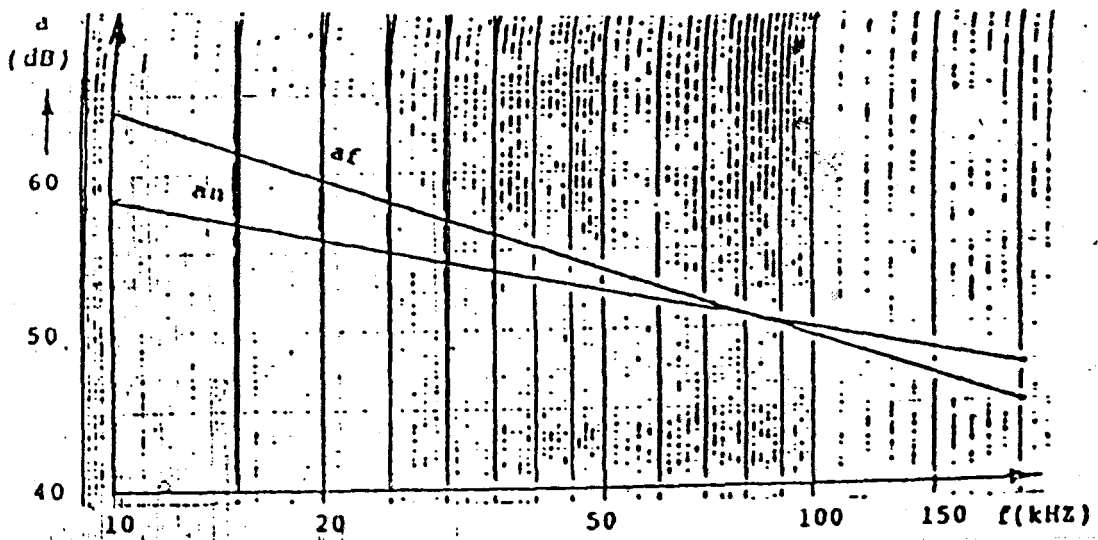
PERHITUNGAN PANJANG dan REDAMAN PER KILOMETER

KODE	JARAK km	α ukur dB	α dB/km
AMI/HDB3	3.672	34.2	9.31
		34.6	9.42
		35	9.53
		34.3	9.34
		34.2	9.31
	2.649	29.6	8.06
		29.5	8.03
		29.7	8.08
		29.5	8.03
		29.5	8.03
4B/3T	3.672	32.8	8.93
		34	9.25
		34	9.25
		32.9	8.96
		32.8	8.93
	2.649	28.2	10.65
		28.3	10.68
		28.1	10.61
		28.1	10.61
		28.1	10.61

IV.2 METODE GRAFIS

Metode grafis, sesuai dengan namanya menggunakan standar grafik yang ada dalam menganalisa hasil pengukuran redaman dan cakap silang. Hasil perbandingan itu digunakan untuk menentukan batasan saluran, dalam hal ini berupa panjang kabel yang diperbolehkan. Standar yang dipakai berdasarkan harga $BER \leq 1,5 \times 10^{-7}$ (*Deutsche Bundespost*) adalah :

- Redaman pada frekuensi Nyquist harus ≤ 40 dB.

GAMBAR 4.1⁵⁰⁾

STANDAR REDAMAN CAKUP SILANG
UNTUK ISDN BASIC ACCESS

- Harga NEXT sebagai fungsi frekuensi harus sesuai grafik a_n (dB) = $-8 \log f + 66$
- Harga FEXT sebagai fungsi frekuensi harus sesuai grafik a_f (dB) = $-15 \log f + 80$

IV.2.1 Analisa Redaman

Redaman saluran per kilometer dihitung sesuai asumsi distribusi seperti gambar 4.2, dengan rumus statistiknya adalah :⁵¹⁾

⁵⁰⁾

-----, PREFEASIBILITY STUDY ON ISDN IN INDONESIA, Directorate General of Posts and Telecommunications, Jakarta, 1989, hal 1-4-10

⁵¹⁾ Ibid hal 1-4-16

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$a_{99} = \bar{x} + 2,82s$$

di mana :

\bar{x} : harga rata-rata

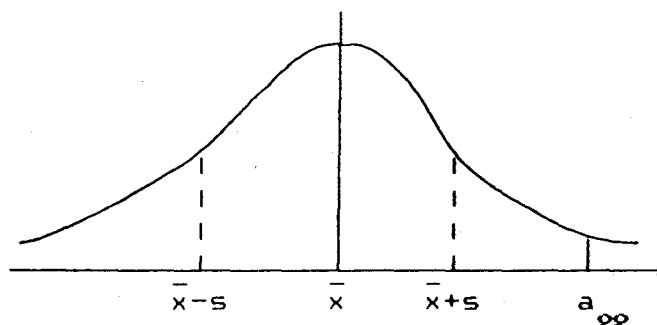
x_i : harga sample ke i

n : jumlah sample

SD : standar deviasi

a_{99} : harga redaman dimana 99 % sampelnya sama atau di bawahnya.

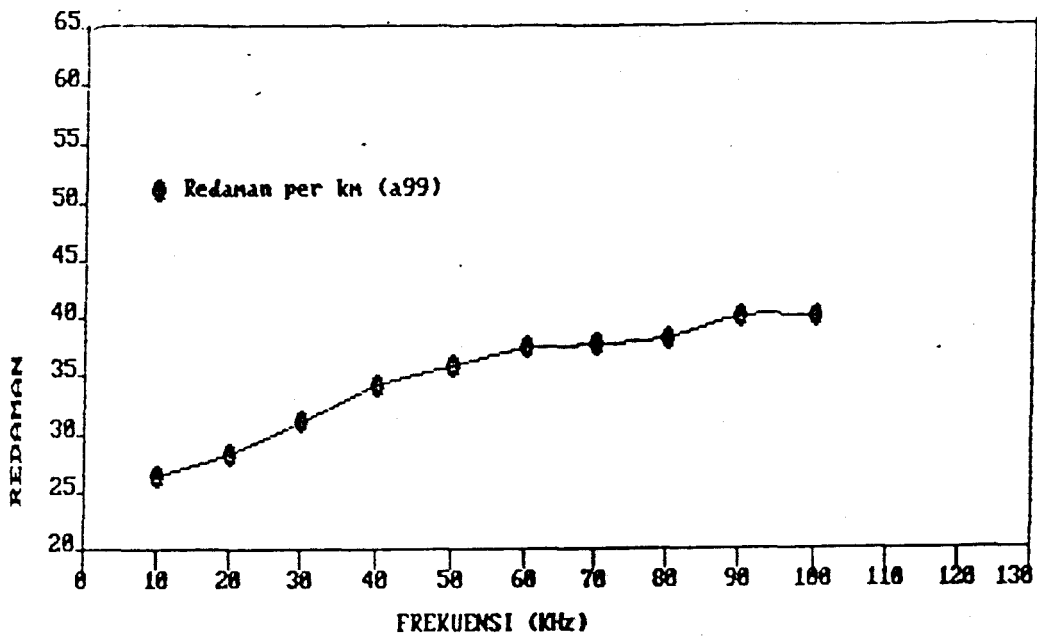
Redaman per kilometer ditunjukkan oleh harga a_{99} -nya. Redaman per kilometer sebagai fungsi frekuensi merupakan grafik pada gambar 4.3.



GAMBAR 4.2⁵²⁾

DISTRIBUSI HARGA RATA-RATA, STANDAR DEVIASI
DAN HARGA 99%.

⁵²⁾ Loc cit



GAMBAR 4.3

GRAFIK RESPON REDAMAN PER KILOMETER

TABEL 4-6

ANALISA REDAMAN

SATUAN LEVEL : dB

KLEM NO	FREKUENSI (KHz)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RAX - 01										
P15 - 32	23.4	25.8	26.6	30.8	31.8	32.8	33.5	34.2	34.7	35.3
P15 - 33	23.5	26.0	28.9	30.7	32.7	34.0	34.0	34.6	36.0	35.8
P15 - 34	23.6	26.2	28.5	31.1	32.6	34.0	34.2	35.0	36.0	34.8
P15 - 35	23.5	25.9	28.7	30.5	31.8	32.9	33.7	34.3	35.9	35.5
P15 - 36	23.4	25.8	28.6	30.6	31.6	32.8	33.5	34.2	34.8	35.1
RBC - 04										
P16 - 52	19.7	22.8	25.1	26.4	27.4	28.2	29.1	29.6	30.2	30.4
P16 - 53	19.7	22.7	25.0	26.4	27.4	28.3	28.9	29.5	29.9	30.4
P16 - 54	19.8	22.8	25.0	26.4	27.4	28.1	28.7	29.7	30.0	30.4
P16 - 55	19.7	22.7	25.0	26.4	27.4	28.1	28.7	29.5	29.9	30.4
P16 - 56	19.7	22.7	25.0	26.4	27.4	28.1	28.7	29.5	29.9	30.4
Xrata	21.6	24.3	26.6	28.6	29.8	30.7	31.3	32.0	32.7	32.9
s	2.0	1.7	1.8	2.3	2.5	2.7	2.6	2.6	2.9	2.6
a99	27.2	29.1	31.8	35.0	36.8	38.5	38.7	39.3	41.0	40.1

Karena redaman pada frekuensi Nyquistnya masih lebih kecil dari 40 dB maka respon karakteristik redaman kabel dikatakan baik.

IV.2.2 Analisa NEXT

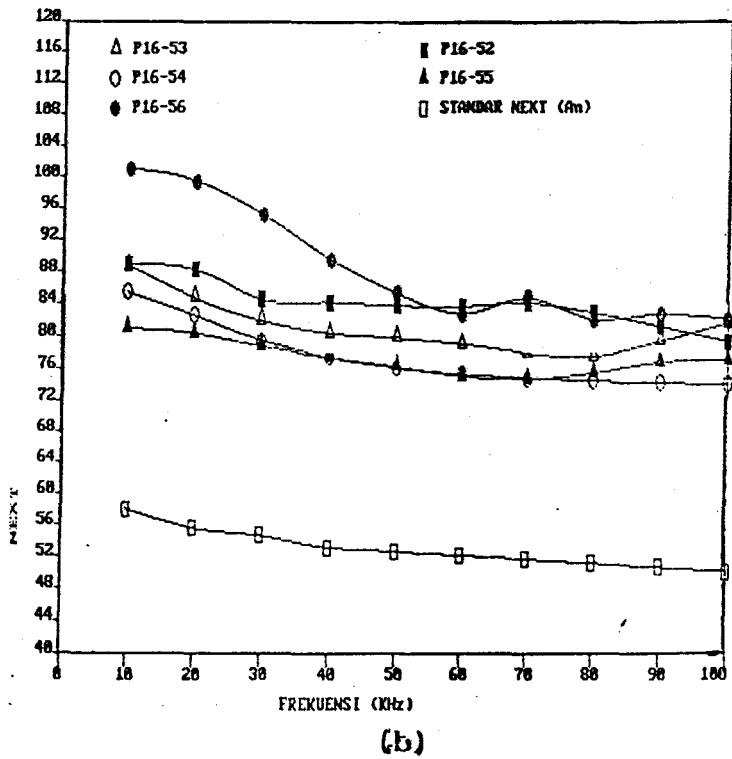
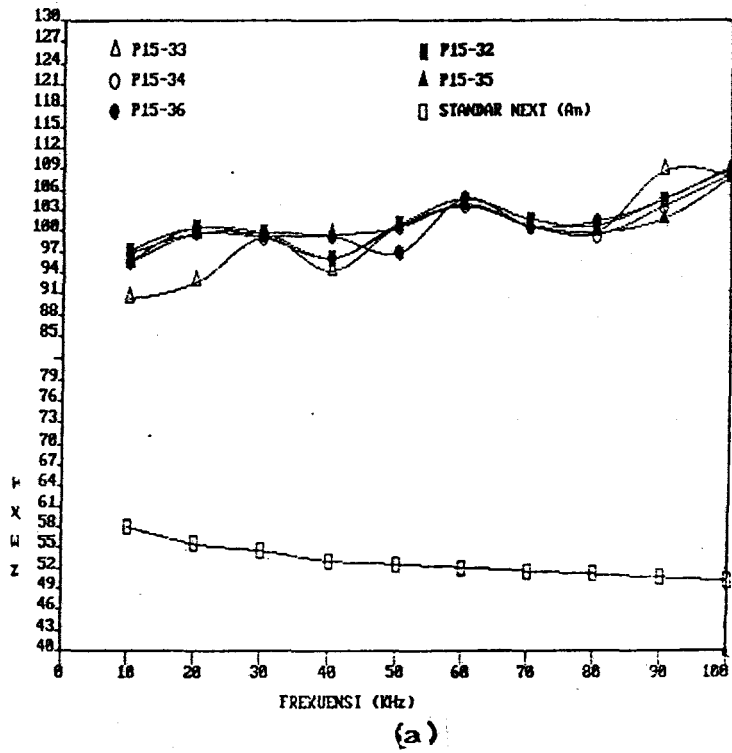
Analisa redaman cakap silang pada sisi dekat (NEXT) didapat dengan plotting hasil pengukuran pada grafik semi log dan membandingkannya dengan grafik standar (a_n). Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.4.

Respon NEXT yang diperoleh dari pengukuran menunjukkan harga yang lebih besar dari harga standar a_n , sehingga secara umum layak dipakai untuk mendukung ISDN Basic Access.

IV.2.3 Analisa FEXT

Analisa redaman cakap silang pada sisi jauh (FEXT) didapat dengan plotting hasil pengukuran pada grafik semi log dan membandingkannya dengan grafik standar (a_f). Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.5

Respon FEXT yang diperoleh dari pengukuran menunjukkan harga yang lebih besar dari harga standar a_f , sehingga secara umum layak dipakai untuk mendukung ISDN Basic Access.

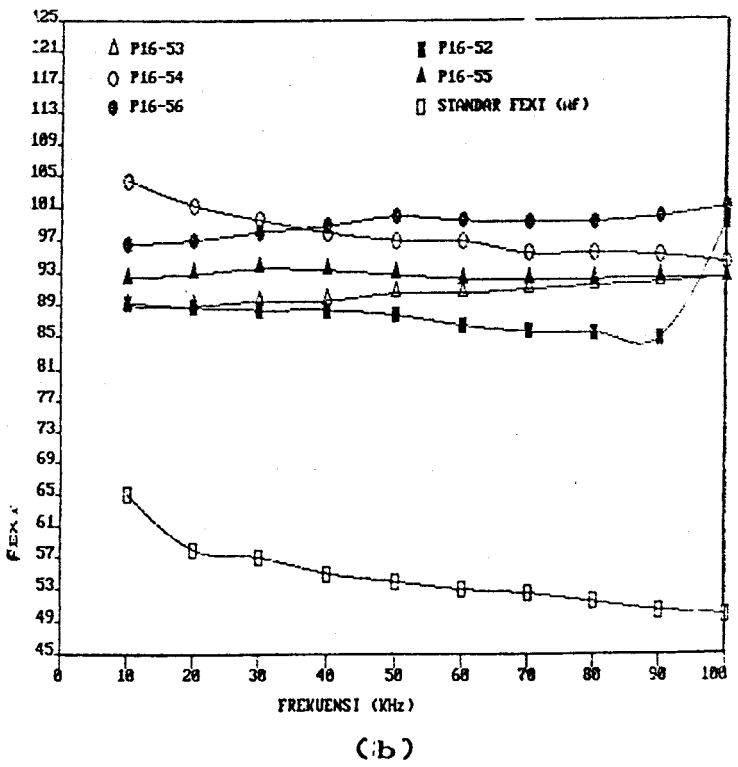
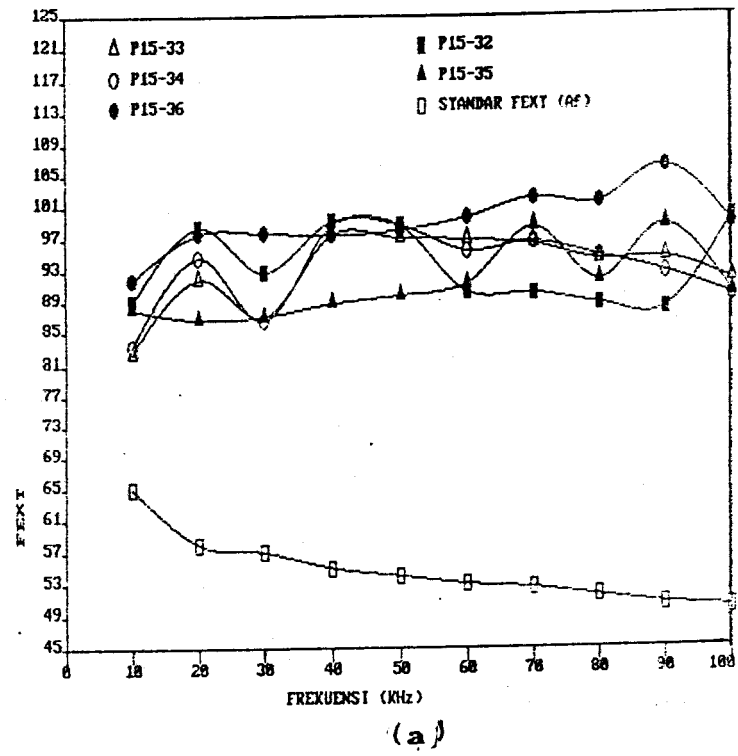


GAMBAR 4.4

GRAFIK RESPON NEXT TERHADAP FREKUENSI

(a) PADA RAX-01 (P15)

(b) PADA RBC-04 (P16)



GAMBAR 4.5

GRAFIK RESPON FEXT TERHADAP FREKUENSI

(a) PADA RAX-01 (P15) (b) PADA RBC-04 (P16)

IV.3 REKOMENDASI PERATURAN DAN PARAMETER UNTUK PERENCANAAN

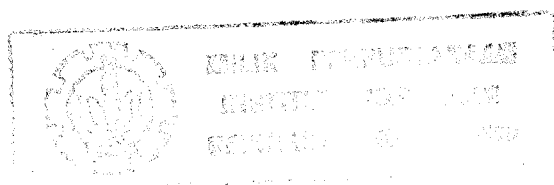
Untuk menjaga kesinambungan instalasi agar mampu menunjang ISDN Basic Access diperlukan serangkaian peraturan dan parameter perencanaan, yang disusun berdasarkan hasil pengukuran tersebut. Syarat pertama yang dibutuhkan dalam pengoperasian ISDN Basic Access adalah kondisi jaringan lokal seperti pada tabel 4-7.

TABEL 4-7

SYARAT BATAS OPERASI UNTUK ISDN BASIC ACCESS

PARAMETER		SYARAT
DC	Tahanan loop	> 5 M Ohm
	Tahanan Isolasi	
AC	Redaman	≤ 40 dB pada 60 KHz
	NEXT	≥ 53 dB pada 60 KHz
	FEXT	≥ 55 dB pada 60 KHz

Perbandingan kedua metode analisa dapat dilihat pada tabel 4-8. Kedua metode yang dipakai dapat memberikan gambaran kondisi jaringan lokal secara kualitatif, terutama dengan memakai metode grafis.



TABEL 4-8
PERBANDINGAN METODE ANALISA

PARAMETER	METODE	
	Grafis	Analitis
1. Standar BER	$> 1.5 \times 10^{-7}$	10^{-6}
2. Distribusi	Student T	Homogen
3. Redaman / km	$< 40 \text{ dB}$	α / jarak (+ 10 dB)
4. Parameter analisa	Grafik a99 , NEXT dan FEXT	SNR
5. Kualifikasi	Lebih repre - sentatif	

B A B V

P E N U T U P

V.1 KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Jaringan lokal mempunyai kemampuan untuk mendukung transmisi sinyal digital dengan syarat tidak ada saluran terbuka dan loading coil. Selain itu sinyal yang ditransmisikan tidak boleh mengalami redaman yang lebih besar dari 40 dB serta redaman cakap silang pada 60 KHz harus melebihi 53 dB (untuk NEXT) dan 55 dB (untuk FEXT).
- Pengukuran karakteristik jaringan lokal untuk penyaluran sinyal digital dilakukan dengan mengukur parameter redaman dan cakap silang pada range frekuensi tertentu. Mengingat pengiriman kode saluran tidak mungkin dilakukan maka digantikan dengan mengirim *test-tone* untuk mendapatkan respon frekuensinya (10 sampai 100 KHz).
- Penyaluran sinyal pada Akses Dasar ISDN (2B+D) diuji dengan memilih format kode saluran tertentu, dan melakukan uji ukur pada frekuensi transmisinya. Dalam

hal ini digunakan kode AMI/HDB3 dengan frekuensi transmisi 80 KHz dan 4B/3T pada 60 KHz, mengingat kode tersebut lebih sering digunakan.

- Harga redaman cakap silang (NEXT dan FEXT) yang kecil menunjukkan penurunan kualitas sinyal yang besar. Dari hasil pengukuran pada tabel 3-5 dan 3-6 tampak bahwa harga NEXT lebih kecil dibanding FEXT, sehingga secara umum dikatakan bahwa redaman akibat NEXT lebih berpengaruh terhadap kualitas sinyal informasi.
- Perhitungan hasil pengukuran dengan metode analitis ternyata menunjukkan harga SNR yang lebih tinggi dari harga teoritisnya, baik untuk kode AMI/HDB3 pada frekuensi 80 KHz ataupun 4B/3T pada 60 KHz. Berdasarkan harga SNR, derau total N dan redaman per km (α/km) dapat dihitung batas panjang kabel yang diijinkan tidak boleh melebihi 3.67 km untuk diameter kabel 0.4 mm.
- Analisa secara grafis juga menunjukkan kelayakan pemakaian saluran, mengingat harga redaman cakap silang lebih besar daripada standar kurva a_n dan a_f , seperti ditunjukkan pada gambar 4.4 dan 4.5. Sedangkan analisa redamannya secara umum tidak melebihi 40 dB (gambar 4.3).
- Analisa hasil pengukuran melalui 2 metode (analitis dan grafis) menunjukkan 95 % kelayakan penyaluran sinyal.

dengan format AMI/HDB3 dan atau 4B/3T pada Akses Dasar ISDN. Mengingat struktur dan konfigurasi jaringan kabel di Indonesia yang serupa maka hasil pengukuran tersebut juga dapat dipertanggung-jawabkan.

IV.2 SARAN

- Penurunan daya akibat interferensi intersimbol sebesar 12,2 dB masih merupakan perhitungan teoritis, sehingga kurang representatif. Untuk itu perlu dicari metode pengukuran di lapangan yang memungkinkan, baik dari segi sarana maupun operasional.
- Peningkatan jumlah sample akan dapat lebih memberikan gambaran yang baik dan akurat, akan tetapi hal ini sulit dilakukan mengingat sebagian besar saluran sudah terisi serta perlunya koordinasi waktu agar tidak mengganggu kelancaran operasional.
- Kelayakan penggunaan jaringan lokal untuk transmisi digital sebaiknya ditunjang dengan data pengukuran karakteristik jaringan lokal pada STO lain di dalam Witel VII.
- Penggunaan saluran lokal untuk transmisi sinyal ISDN (Basic Access) tidak hanya tergantung dari kelayakan teknis jaringannya tetapi harus mempertimbangkan berbagai aspek lain.

DAFTAR PUSTAKA


1. Carlson, A.B, *COMMUNICATION SYSTEM*, McGraw Hill, 1986.
2. CCITT, *LOCAL NETWORK PLANNING*, Geneva, 1979.
3. CCITT, *Recomendation G.121*, Yellow Book, Geneva, 1984.
4. CCITT, *Recomendation G.961*, Blue Book, Geneva. 1989.
5. Ekkelenkamp, H, *ASPEK-ASPEK TRANSMISI DARI SISTEM KOMUNIKASI DIGITAL*, Nepostel, Jakarta, 1985.
6. Huang. T. Darwin, Valenti. Craig, *SUBSCRIBER LINES : ISDN BASIC ACCESS STANDARD*, Proceeding of IEEE vol 79 no 2, February 1992.
7. Murdiyono, *KONSTRUKSI INSTALASI JARINGAN*, Pusdiklat P.T. Telkom, Bandung, 1991.
8. Perumtel, *JARINGAN KABEL*, Pusdiklat Perumtel Witel VII, Surabaya.
9. Perumtel, *KONSTRUKSI DAN INSTALASI JARINGAN BAWAH TANAH*, Pusdiklat Perumtel, 1990.
10. Perumtel, *KONSTRUKSI INSTALASI JARINGAN*, Pusdiklat P.T. Telkom, Bandung, 1991.

11. Perumtel, *PENELITIAN KUALITAS JARINGAN LOKAL UNTUK PENYALURAN SINYAL ISDN (144 Kb/s)*, Jakarta, 1987.
12. Perumtel, *PENGANTAR SISTEM TELEKOMUNIKASI JARINGAN*, Pusdiklat Witel VII, Surabaya.
13. Perumtel, *PENGANTAR TEKNIK JARINGAN*, Pusdiklat Perumtel, Bandung, 1988
14. Perumtel, *PENGUKURAN JARINGAN KABEL*, Pusdiklaat P.T. Telkom, Bandung, 1990.
15. Perumtel, *PETUNJUK PEDOMAN PERENCANAAN JARINGAN KABEL TELEPON*, P.T. Telkom, Bandung, 1984.
16. Pinarsinta, Lydia, *KABEL*, Pusdiklat P.T. Telkom, Bandung, 1992.
17. Piere-Gerard Fontollier, *TELECOMMUNICATION SYSTEM*, Artech House, Noorwood, 1986.
18. Rutz, *OPERATING INSTRUCTION AND DESCRIPTION - SULIM*, Siemens, Aktiengesellschaft, Munchen, 1983.
19. Suhirnan, Imam, *TRANSMISI SALURAN FISIK DAN STRUKTUR JARINGAN KABEL*, Pusdiklat Perumtel, Bandung, 1992.
20. ———, *PREFEASIBILITY STUDY ON ISDN IN INDONESIA*, Directorate General of Posts and Telecommunications, Jakarta, 1989.

LAMPIRAN A

SPEKIFIKASI SYNTHESIZED LEVEL GENERATOR MG-442A

Frequency	Range	10 Hz to 20 MHz (75 Ω unbalanced output) 4 to 650 kHz (75 Ω , 150 Ω balanced output) 30 Hz to 150 kHz (600 Ω balanced output)															
	Setting	By means of 4 step dials and FREQ FINE, 6 bands															
		<table><tr><th>Band</th><th>Minimum digit of step dial</th><th>Fine adjust</th></tr><tr><td>10 Hz – 1 kHz</td><td>0.1 Hz</td><td rowspan="6">The FREQ FINE dial can vary below one step at the lowest digit of the step dial.</td></tr><tr><td>1 – 10 kHz</td><td>1 Hz</td></tr><tr><td>10 – 100 kHz</td><td>10 Hz</td></tr><tr><td>0.1 – 1 MHz</td><td>100 Hz</td></tr><tr><td>1 – 10 MHz</td><td rowspan="2">1 kHz</td></tr><tr><td>10 – 20 MHz</td></tr></table>	Band	Minimum digit of step dial	Fine adjust	10 Hz – 1 kHz	0.1 Hz	The FREQ FINE dial can vary below one step at the lowest digit of the step dial.	1 – 10 kHz	1 Hz	10 – 100 kHz	10 Hz	0.1 – 1 MHz	100 Hz	1 – 10 MHz	1 kHz	10 – 20 MHz
	Band	Minimum digit of step dial	Fine adjust														
	10 Hz – 1 kHz	0.1 Hz	The FREQ FINE dial can vary below one step at the lowest digit of the step dial.														
1 – 10 kHz	1 Hz																
10 – 100 kHz	10 Hz																
0.1 – 1 MHz	100 Hz																
1 – 10 MHz	1 kHz																
10 – 20 MHz																	
Accuracy	$\pm 50 \times 10^{-4}$ at CAL position of FREQ FINE In <100 Hz, $\pm 500 \times 10^{-4}$ at CAL position of FREQ FINE																
Output	Level range	-51 to +15 dBm															
	Attenuator	3 dials of 5 dB \times 1 + 10 dB \times 5, 1 dB \times 10, 0.1 dB \times 10, and LEVEL FINE															
	Frequency characteristics	Within ± 0.1 dB (<13 MHz), and within ± 0.15 dB (≥ 13 MHz) at 0 dBm (75 Ω unbalanced) referred to 10 kHz															
		At CAL-position of LEVEL FINE 75 Ω unbalanced output:															
		<table><tr><th>Level \ Frequency</th><th>10 Hz – 13 MHz</th><th>13 – 20 MHz</th></tr><tr><td>+15 – -30 dBm</td><td>± 0.2 dB</td><td>± 0.3 dB</td></tr><tr><td>-30 – -51 dBm</td><td>± 0.3 dB</td><td>± 0.4 dB</td></tr></table>	Level \ Frequency	10 Hz – 13 MHz	13 – 20 MHz	+15 – -30 dBm	± 0.2 dB	± 0.3 dB	-30 – -51 dBm	± 0.3 dB	± 0.4 dB						
Level \ Frequency	10 Hz – 13 MHz	13 – 20 MHz															
+15 – -30 dBm	± 0.2 dB	± 0.3 dB															
-30 – -51 dBm	± 0.3 dB	± 0.4 dB															

Output	Level accuracy	75 Ω , 150 Ω balanced output:													
		<table><tr><th>Level \ Frequency</th><th>4 – 650 kHz</th></tr><tr><td>+15 – -30 dBm</td><td>± 0.3 dB</td></tr><tr><td>-30 – -51 dBm</td><td>± 0.4 dB</td></tr></table>		Level \ Frequency	4 – 650 kHz	+15 – -30 dBm	± 0.3 dB	-30 – -51 dBm	± 0.4 dB						
		Level \ Frequency	4 – 650 kHz												
		+15 – -30 dBm	± 0.3 dB												
		-30 – -51 dBm	± 0.4 dB												
		600 Ω balanced output:													
	<table><tr><th>Level \ Frequency</th><th>30 – 300 Hz</th><th>0.3 – 150 kHz</th></tr><tr><td>+15 – +5 dBm</td><td>–</td><td rowspan="2">± 0.3 dB</td></tr><tr><td>+5 – -30 dBm</td><td>± 0.7 dB</td></tr><tr><td>-30 – -51 dBm</td><td>± 0.8 dB</td><td>± 0.4 dB</td></tr></table>			Level \ Frequency	30 – 300 Hz	0.3 – 150 kHz	+15 – +5 dBm	–	± 0.3 dB	+5 – -30 dBm	± 0.7 dB	-30 – -51 dBm	± 0.8 dB	± 0.4 dB	
	Level \ Frequency	30 – 300 Hz	0.3 – 150 kHz												
	+15 – +5 dBm	–	± 0.3 dB												
	+5 – -30 dBm	± 0.7 dB													
-30 – -51 dBm	± 0.8 dB	± 0.4 dB													
Impedance	<table><tr><th>Impedance</th><th>Return loss</th><th>Connector</th></tr><tr><td>75 Ω unbalanced</td><td rowspan="3">≥ 30 dB</td><td>BNC</td></tr><tr><td>75 Ω balanced</td><td rowspan="2">1-214</td></tr><tr><td>150 Ω balanced</td></tr><tr><td>600 Ω balanced</td><td>≥ 30 dB (0.3 – 150 kHz)</td><td></td></tr></table>			Impedance	Return loss	Connector	75 Ω unbalanced	≥ 30 dB	BNC	75 Ω balanced	1-214	150 Ω balanced	600 Ω balanced	≥ 30 dB (0.3 – 150 kHz)	
	Impedance	Return loss	Connector												
	75 Ω unbalanced	≥ 30 dB	BNC												
	75 Ω balanced		1-214												
	150 Ω balanced														
600 Ω balanced	≥ 30 dB (0.3 – 150 kHz)														
Relative harmonic content	≤ -30 dB, 2nd and 3rd harmonics respectively (10 Hz to 20 MHz)														
	≤ -40 dB, 2nd and 3rd harmonics respectively (100 Hz to 6 MHz)														
	≥ 300 Hz (600 Ω balanced)														
Power	AC  V $\pm 10\%$, 50/60 Hz, ≤ 33 VA														
Ambient temperature, rated range of use.	0° to +45°C														
Dimensions and weight	99 H, 282 W, 200 D mm, ≤ 4 kg														

LAMPIRAN A (lanjutan)

SPEKIFIKASI SELECTIVE LEVEL METER ML-422C

Frequency range	50 Hz to 30 MHz (BW 20 Hz, WIDE BAND) 10 kHz to 30 MHz (BW 3.1 kHz) 36 kHz to 30 MHz (BW 48 kHz) 2 kHz to 2 MHz (75Ω, 124Ω, 135Ω, 150Ω BALANCED INPUT) * 50 Hz to 120 kHz (600Ω BALANCED INPUT)																																				
Frequency display	LED 8 digits (minimum step: 1 Hz)																																				
Reference frequency stability	$\leq \pm 5 \times 10^{-7}/0 - 45^{\circ}\text{C}$, $\leq \pm 1 \times 10^{-6}/\text{year}$ (aging rate)																																				
Level measuring range	-120 to +30 dBm (BW 20 Hz, $f \geq 200$ Hz) -100 to +30 dBm (BW 3.1 kHz), (BW 20 Hz, $f < 200$ Hz) -80 to +30 dBm (BW 48 kHz) -60 to +30 dBm (WIDE BAND)																																				
Noise floor	≤ -115 dBm (BW 3.1 kHz, 75Ω UNBALANCED, full scale ≤ -40 dBm)																																				
Level measuring accuracy	20 dB scale range, AFC (ON), SCALE (AUTO)																																				
1) 75Ω unbalanced	(1) Selective																																				
	<table><tr><td>Temperature</td><td>23°C ±5°C</td><td colspan="3">0 to 45°C</td></tr><tr><td>Frequency range</td><td>10 kHz to 13 MHz</td><td>50 Hz to 200 Hz</td><td>200 Hz to 13 MHz</td><td>13 MHz to 30 MHz</td></tr><tr><td>Level range</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0 to +20 dBm</td><td>±0.15 dB</td><td rowspan="2">±0.2 dB</td><td rowspan="2">±0.15 dB</td><td rowspan="2">±0.2 dB</td></tr><tr><td>-80 to 0 dBm</td><td>±0.1 dB</td></tr><tr><td>-100 to -80 dBm</td><td>±0.3 dB</td><td>±1 dB</td><td>±0.5 dB</td><td>±0.5 dB</td></tr><tr><td>-110 to -100 dBm</td><td>±1 dB</td><td></td><td>±1.5 dB</td><td>±1.5 dB</td></tr></table>					Temperature	23°C ±5°C	0 to 45°C			Frequency range	10 kHz to 13 MHz	50 Hz to 200 Hz	200 Hz to 13 MHz	13 MHz to 30 MHz	Level range					0 to +20 dBm	±0.15 dB	±0.2 dB	±0.15 dB	±0.2 dB	-80 to 0 dBm	±0.1 dB	-100 to -80 dBm	±0.3 dB	±1 dB	±0.5 dB	±0.5 dB	-110 to -100 dBm	±1 dB		±1.5 dB	±1.5 dB
Temperature	23°C ±5°C	0 to 45°C																																			
Frequency range	10 kHz to 13 MHz	50 Hz to 200 Hz	200 Hz to 13 MHz	13 MHz to 30 MHz																																	
Level range																																					
0 to +20 dBm	±0.15 dB	±0.2 dB	±0.15 dB	±0.2 dB																																	
-80 to 0 dBm	±0.1 dB																																				
-100 to -80 dBm	±0.3 dB	±1 dB	±0.5 dB	±0.5 dB																																	
-110 to -100 dBm	±1 dB		±1.5 dB	±1.5 dB																																	
	(2) Wide band																																				
	<table><tr><td>Frequency range</td><td>200 Hz to 13 MHz</td><td>13 MHz to 30 MHz</td></tr><tr><td>Level range</td><td></td><td></td></tr><tr><td>-50 to +20 dBm</td><td>±0.3 dB</td><td>±0.5 dB</td></tr><tr><td>-60 to -50 dBm</td><td>±0.4 dB</td><td>±0.6 dB</td></tr></table>					Frequency range	200 Hz to 13 MHz	13 MHz to 30 MHz	Level range			-50 to +20 dBm	±0.3 dB	±0.5 dB	-60 to -50 dBm	±0.4 dB	±0.6 dB																				
Frequency range	200 Hz to 13 MHz	13 MHz to 30 MHz																																			
Level range																																					
-50 to +20 dBm	±0.3 dB	±0.5 dB																																			
-60 to -50 dBm	±0.4 dB	±0.6 dB																																			
2) Balanced	Add ±0.1 dB to the above accuracy values 600 Ω Balanced: Not specified at ≤ 200 Hz, $\geq +10$ dBm.																																				

LAMPIRAN A (lanjutan)

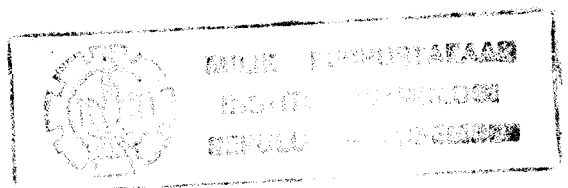
Level display	LED 5 digits, resolution: 0.01 dB (20 dB scale range) 0.1 dB (100 dB scale range) Unit: dBm, dB (0.775 V), dB(X-R, Relative to REF(R))														
Input impedance	(1) Unbalanced input (75Ω) TERMINATED: return loss ≥35 dB (50 Hz to 20 MHz) ≥25 dB (20 to 30 MHz) HIGH: 10 kΩ ±10% shunted by ≤80 pF (2) Balanced input TERMINATED: return loss ≥30 dB CMRR ≥30 dB HIGH: 75Ω, 124Ω, 135Ω, 150Ω* typically 2 kΩ at 2 MHz 600Ω typically 15 kΩ at 120 kHz														
Bandwidth and selectivity	<table><tr><th>Bandwidth</th><th>Pass bandwidth</th><th>Attenuation characteristic</th></tr><tr><td>20 Hz</td><td>≥6 Hz (0.5 dB) 16 Hz ±20% (3 dB)</td><td>Within ±35 Hz (45 dB) Within ±70 Hz (60 dB) Within ±2 kHz (80 dB)</td></tr><tr><td>3.1 kHz</td><td>≥1 kHz (0.5 dB) 3.1 kHz ±10% (3 dB)</td><td>Within ±1.85 kHz (60 dB) Within ±2.4 kHz (70 dB)</td></tr><tr><td>48 kHz</td><td>≥30 kHz (0.7 dB) 48 kHz ±10% (3 dB)</td><td>Within ±36 kHz (60 dB)</td></tr></table>			Bandwidth	Pass bandwidth	Attenuation characteristic	20 Hz	≥6 Hz (0.5 dB) 16 Hz ±20% (3 dB)	Within ±35 Hz (45 dB) Within ±70 Hz (60 dB) Within ±2 kHz (80 dB)	3.1 kHz	≥1 kHz (0.5 dB) 3.1 kHz ±10% (3 dB)	Within ±1.85 kHz (60 dB) Within ±2.4 kHz (70 dB)	48 kHz	≥30 kHz (0.7 dB) 48 kHz ±10% (3 dB)	Within ±36 kHz (60 dB)
Bandwidth	Pass bandwidth	Attenuation characteristic													
20 Hz	≥6 Hz (0.5 dB) 16 Hz ±20% (3 dB)	Within ±35 Hz (45 dB) Within ±70 Hz (60 dB) Within ±2 kHz (80 dB)													
3.1 kHz	≥1 kHz (0.5 dB) 3.1 kHz ±10% (3 dB)	Within ±1.85 kHz (60 dB) Within ±2.4 kHz (70 dB)													
48 kHz	≥30 kHz (0.7 dB) 48 kHz ±10% (3 dB)	Within ±36 kHz (60 dB)													
Intrinsic distortion attenuation	Input level below 10 dBm: Single tone 2nd and 3rd order respectively ≥70 dB (1 kHz to 12 MHz)														
IF rejection	≥70 dB (56.6 MHz, Refer to full scale value) ≥80 dB (other frequencies)														
Image rejection	≥80 dB														

* ML422B : 75 Ω, 124 Ω, 135 Ω
ML422C : 75 Ω, 135 Ω, 150 Ω

LAMPIRAN D

JARAK RK DAN DP TERJAUH DI SURABAYA

Nama STO	Nama RK-DP	Diameter (mm)	Jarak (km)		
			STO-RK	RK-DP	Total
KAPASAN	RC-06	0.4	2.778	0.644	3.422
	RAU-01	0.8	4.8	2.598	7.398
SEPANJANG	RM-01	0.4	1.7	1.204	2.904
	RD-01	0.8	6.5	2.747	9.247
BAMBE	RE-01	0.4	1.3	1.506	2.806
	RA-01	0.8	2.7	1.099	3.799
KANDANGAN	RB-01	0.4	1.947	0.976	2.923
	RA-01	0.6	3.1	1.562	4.652
KALIANAK	RM-01	0.4	0.3	1.648	1.948
	RA-01	0.8	5.9	0.973	6.873
MERGOYOSO	RBD-08	0.4	2.1	0.834	3.934
	RBS-01	0.6	3.9	1.212	5.112
KENJERAN	RK-30	0.4	1.5	1.697	3.197
	RM-69	0.6	3.8	0.930	4.730
INJOKO	RN-01	0.4	2.0	0.815	2.815
	RA-01	0.8	5.7	0.724	6.224
WARU 1	RH-01	0.4	2.2	0.529	2.729
	RA-01	0.8	5.8	2.492	8.292
WARU 2	RA-01	0.4	2.5	0.466	2.966
	RH-01	0.8	3.6	2.038	5.638



AL S.T.O. KEBALEN
LOK I

A R I 1993

D . C . L.											KETERANGAN
JML. TIANG		KAP	ISI	S I S A		JML. D.P		JML. TIAN			
KAYU	BESI			BAIK	RUSAK	IND	CB	KAYU	BESI		
75	1367	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0										
0	0										
0	0										
0	0										
0	0										
0	0										
0	57										
0	0										
0	0										
0	0										
0	0										
0	0										
0	53										
0	0										
0	0	200	73	127	0	20	0	30	0	JAR BARU SETUP	
0	0	1200	316	884	0	75	0	85			
0	0	150	134	16	0	0	0	0	0	S1=81,TRO 53	
0	0	600	52	536	12	24	0	0	0		
75	1477	2150	575	1563	12	119	0	115	0		

SURABAYA, 25 FEB 1993

J A M PEMELJAR I

PRIJO SANJOTO

NIK : 510530

USULAN TUGAS AKHIR

- A. JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI PENGUKURAN KARAKTERISTIK JARINGAN LOKAL UNTUK TRANSMISI DIGITAL DI INDONESIA
- B. RUANG LINGKUP : - Sistem Komunikasi
- Teknik Switching & Telefoni
- Teknik Jaringan Telekomunikasi
- C. LATAR BELAKANG : Perkembangan jaringan telekomunikasi mengarah pada teknologi jaringan terpadu (ISDN) untuk dapat memenuhi berbagai kebutuhan dan pelayanan telekomunikasi. Teknologi ini harus didukung oleh transmisi dan switching digital yang menyeluruh sampai pada jaringan lokal. Mengingat jaringan lokal yang ada dirancang hanya untuk menyalurkan sinyal analog (range 0-20 KHz) dan besarnya biaya investasi pembangunan jaringan digital maka sedapat mungkin digunakan jaringan yang ada untuk transmisi digital full duplex

Untuk itu dilakukan evaluasi kelayakan melalui pengukuran karakteristik jaringan lokal.

D. PENELAAHAN STUDI : Tugas akhir ini akan membahas dan mempelajari karakteristik jaringan lokal dan metode-metode pengukurannya serta mengevaluasi kelayakan pemakaian jaringan lokal yang ada untuk transmisi digital secara full duplex. Pembahasan dilakukan melalui studi literatur mengenai karakteristik jaringan lokal dan metode pengukuran, mengetahui konfigurasi jaringan lokal yang ada, menentukan prosedur pengukuran dan spesifikasi jaringan lokal yang dibutuhkan dalam transmisi digital serta mengevaluasi kelayakan transmisi digital pada suatu sentral melalui serangkaian pengukuran.

E. TUJUAN : Mempelajari berbagai metode pengukuran karakteristik jaringan lokal serta menentukan prosedur dan spesifikasi jaringan lokal yang diperlukan untuk transmisi digital.

- F. LANGKAH - LANGKAH : 1. Studi literatur
2. Pengumpulan dan pengolahan data
3. Pembahasan masalah
4. Penulisan naskah

G. JADWAL KEGIATAN :

JENIS KEGIATAN	BULAN					
	1	2	3	4	5	6
STUDI LITERATUR						
PENGUMPULAN DATA						
PEMBAHASAN MASALAH						
PENULISAN NASKAH						

- H. RELEVANSI : Diharapkan hasil studi pengukuran karakteristik jaringan lokal dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pemakaian jaringan lokal untuk pengembangan digitalisasi jaringan telepon.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Irene Parengkuan
Tempat lahir : Malang
Tanggal lahir : 13 April 1970
Agama : Katolik
Nama ayah : Ferry Parengkuan
Nama ibu : Simastuti
Alamat : Kendangsari A/19
Surabaya 60292

Penulis adalah anak pertama.

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. TK Cor Jesu Malang, lulus tahun 1976
2. SD Cor Jesu Malang, lulus tahun 1982
3. SMP Santa Maria Surabaya, lulus tahun 1985
4. SMA Santa Maria Surabaya, lulus tahun 1988
5. Diterima di Jurusan Teknik Elektro ITS Bidang Studi Teknik Telekomunikasi pada tahun 1988 lewat Sipenmaru dengan nomor pokok 2882200951.